

Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. R. Stephan

Arbeit unter Leitung von Dr. C. Zweifel

**Erhebung von Daten zum mikrobiologischen Status von Schweine-
und Rinderschlachttierkörpern aus verschiedenen Kleinbetrieben der
Schweiz während eines Jahres**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Vetsuisse-Fakultät
Universität Zürich

vorgelegt von

Roland Fischer

Tierarzt
von Malters / LU

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. Roger Stephan, Referent

Prof. Dr. Karsten Fehlhaber, Korreferent

Zürich 2007

*meinen Eltern
meiner jung verstorbenen Nicole*

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	1
2.	Einleitung	3
3.	Selbstkontrolle in Schlachtbetrieben - rechtliche Grundlagen	5
3.1.	RECHTLICHE GRUNDLAGEN IN DER EU	5
3.2.	RECHTLICHE GRUNDLAGEN IN DER SCHWEIZ	7
3.3.	ANWENDUNG DER HACCP-PRINZIPIEN IM SCHLACHTBETRIEB	9
3.4.	MIKROBIOLOGISCHE VERIFIKATIONSUNTERSUCHUNGEN VON SCHLACHTTIERKÖRPERN GEMÄSS VERORDNUNG (EG) NR. 2073/2005	11
4.	Material & Methoden	19
4.1.	DATENERHEBUNG & SCHLACHTBETRIEBE	19
4.1.1.	Datenerhebung Schweineschlachttierkörper	19
4.1.2.	Datenerhebung Rinderschlachttierkörper	21
4.1.3.	Schlachtbetriebe	21
4.2.	PROBENENTNAHME	24
4.3.	MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG	26
4.3.1.	Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ) und <i>Enterobacteriaceae</i>	27
4.4.	AUSWERTUNG DER RESULTATE	28
4.4.1.	Statistische Auswertung	30
5.	Ergebnisse	31
5.1.	SCHWEINESCHLACHTTIERKÖRPER: MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN VON SCHLACHTTIERKÖRPERN AUS 15 KLEIN-BETRIEBEN ÜBER EINEN ZEITRAUM SECHS MONATEN (DEZ. 05 - MAI 06)	31
5.1.1.	Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)	31
5.1.1.1.	Vergleich der GKZ-Ergebnisse zwischen den Betrieben	31

5.1.1.2.	Vergleich der GKZ-Ergebnisse der Entnahmestellen	35
5.1.1.3.	Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005	36
5.1.1.4.	Betriebsübergreifende Auswertung der GKZ-Ergebnisse (Schlacht tierkörper)	38
5.1.1.5.	Grenzzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten (QRK) der GKZ-Ergebnisse (Schlacht tierkörper)	39
5.1.2.	<i>Enterobacteriaceae</i>	41
5.1.2.1.	Vergleich der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse der Betriebe	41
5.1.2.2.	Vergleich der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse der Entnahmestellen	44
5.1.2.3.	Gegenüberstellung der GKZ- und <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse	45
5.2.	SCHWEINESCHLACHTTIERKÖRPER: MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN VON SCHLACHTTIERKÖRPERN AUS 11 KLEIN- BETRIEBEN ÜBER EINEN ZEITRAUM SECHS MONATEN (JUNI - NOV. 06)	47
5.2.1.	Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)	47
5.2.1.1.	Vergleich der GKZ-Ergebnisse zwischen den Betrieben	47
5.2.1.2.	Vergleich der GKZ-Ergebnisse der Entnahmestellen	50
5.2.1.3.	Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005	51
5.2.1.4.	Betriebsübergreifende Auswertung der GKZ-Ergebnisse (Schlacht tierkörper)	53
5.2.1.5.	Grenzzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten (QRK) der GKZ-Ergebnisse (Schlacht tierkörper)	54
5.2.2.	<i>Enterobacteriaceae</i>	55
5.2.2.1.	Vergleich der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse der Betriebe	55
5.2.2.2.	Vergleich der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse der Entnahmestellen	57
5.2.2.3.	Gegenüberstellung der GKZ- und <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse	58
5.3.	SCHWEINESCHLACHTTIERKÖRPER: MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN VON SCHLACHTTIERKÖRPERN AUS VIER KLEIN- BETRIEBEN (A, H, I, N) ÜBER EINEN ZEITRAUM 12 MONATEN (DEZ. 05 - NOV. 06) ZUR EVALUATION SAISONALER EINFLÜSSE	60
5.3.1.	Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)	60
5.3.1.1.	GKZ-Ergebnisse der Betriebe: Entnahmestellen	60
5.3.1.2.	GKZ-Ergebnisse der Betriebe: Schlacht tierkörper	62

5.3.1.3.	Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005: Entnahmestellen	63
5.3.1.4.	Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005: Schlachttierkörper	64
5.3.1.5.	Grenzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten (QRK) der GKZ-Ergebnisse (Schlachttierkörper)	66
5.3.2.	<i>Enterobacteriaceae</i>	68
5.3.2.1.	<i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse der Betriebe	68
5.3.2.2.	Gegenüberstellung der GKZ- und <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse	71
5.4.	RINDERSCHLACHTTIERKÖRPER: MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN VON SCHLACHTTIERKÖRPERN AUS 18 KLEINBETRIEBEN ÜBER EINEN ZEITRAUM 12 MONATEN (DEZ. 05 - NOV. 06)	73
5.4.1.	Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)	73
5.4.1.1.	Vergleich der GKZ-Ergebnisse zwischen den Betrieben	73
5.4.1.2.	Vergleich der GKZ-Ergebnisse der Entnahmestellen	76
5.4.1.3.	Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005	78
5.4.1.4.	Betriebsübergreifende Auswertung der GKZ-Ergebnisse (Schlachttierkörper)	80
5.4.1.5.	Grenzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten (QRK) der GKZ-Ergebnisse (Schlachttierkörper)	81
5.4.2.	<i>Enterobacteriaceae</i>	82
5.4.2.1.	Vergleich der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse der Betriebe	82
5.4.2.2.	Vergleich der <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse der Entnahmestellen	85
5.4.2.3.	Gegenüberstellung der GKZ- und <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse	85
6.	Diskussion	87
6.1.	MIKROBIOLOGISCHE ERGEBNISSE VON SCHWEINESCHLACHTTIERKÖRPERN AUS KLEINBETRIEBEN	89
6.1.1.	GKZ-Ergebnisse: Betriebe und Entnahmestellen	89
6.1.2.	GKZ-Ergebnisse: Beurteilung gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005	94
6.1.3.	GKZ-Ergebnisse: Grenzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten	97

6.1.4.	<i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse	99
6.1.5.	GKZ- und <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse: Bedeutung der Schlachtprozess-Kontrolle („In-Prozess-Kontrolle“)	102
6.2.	MIKROBIOLOGISCHE ERGEBNISSE VON RINDERSCHLACHTTIERKÖRPERN AUS KLEINBETRIEBEN	104
6.1.1.	GKZ-Ergebnisse: Betriebe und Entnahmestellen	104
6.1.2.	GKZ-Ergebnisse: Beurteilung gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005	110
6.1.3.	<i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse	112
6.1.4.	GKZ- und <i>Enterobacteriaceae</i> -Ergebnisse: Bedeutung der Schlachtprozess-Kontrolle („In-Prozess-Kontrolle“)	114
6.3.	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KONZEPT-VORSCHLAG ZUR DURCHFÜHRUNG MIKROBIOLOGISCHER VERIFIKATIONSKONTROLLEN VON SCHLACHTTIERKÖRPERN IN KLEINBETRIEBEN	117
7.	Abbildungen	123
8.	Literaturangaben	203

1. Zusammenfassung

Mittels destruktiver Technik wurden 1'300 Schweine- (26 Kleinbetriebe) und 595 Rinderschlachttierkörper (18 Kleinbetriebe) an 4 Entnahmestellen auf die Gesamtkeimzahl (GKZ) und *Enterobacteriaceae* untersucht. Die GKZ-Mittelwerte (\log_{10} KBE cm^{-2}) der Betriebe schwankten in der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung von 2.4 bis 4.3 (Schwein) sowie 2.7 bis 3.8 (Rind). Gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 wurden die Ergebnisse überwiegend als befriedigend beurteilt (Schwein: 78.4%; Rind: 71.4%), wenn auch betriebsspezifische Unterschiede vorlagen. An den Entnahmestellen schwankte die mittlere GKZ (\log_{10} KBE cm^{-2}) von 1.8 bis 4.5 (Schwein) sowie 1.8 bis 3.8 (Rind). Die höchsten Werte lagen oft am Rücken (Schwein) oder Hals (Rind) vor. *Enterobacteriaceae* wurden überwiegend in geringer Zahl und bei den Schweinen und Rindern auf 30.0% und 21.7% der Schlachttierkörper nachgewiesen. In den Betrieben schwankte die Nachweisrate auf den Schlachttierkörpern von 2.0% bis 78.0% (Schwein) sowie 0.0% bis 70.0% (Rind).

Ausgehend von einem risikobasierten Ansatz ist bei Kleinschlachtbetrieben zwischen Betrieben, die Erzeugnisse (i) an den Endverbraucher oder lokale Einzelhandelsgeschäfte oder (ii) an andere Betriebe zur Weiterverarbeitung abgeben, zu unterscheiden. Für letztere sind mikrobiologische Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern zu fordern. Es wird vorgeschlagen, vierteljährlich 5 Schlachttierkörper (Schwein, Rind) an 4 Stellen destruktiv zu beproben, die Proben jedes Schlachttierkörpers zu poolen und auf die GKZ und *Enterobacteriaceae* zu untersuchen. Solche Untersuchungen ermöglichen im Rahmen einer Trendanalyse (2 Jahre) eine aussagekräftige Beurteilung des mikrobiologischen Status von Schlachttierkörpern auch in Kleinbetrieben.

Summary

Microbiological monitoring of pig and cattle carcass contamination at different small Swiss abattoirs during a one-year period

A total of 1'300 pig carcasses from 26 small abattoirs and 595 cattle carcasses from 18 small abattoirs were sampled by excision at 4 sites. Samples were examined for total viable count (TVC) and *Enterobacteriaceae*. For carcasses (calculated pooled samples), mean TVCs (\log_{10} CFU cm^{-2}) ranged from 2.4 to 4.3 and 2.7 to 3.8 for pig and cattle carcasses, respectively. In accordance with the performance criteria of the Regulation (EC) No 2073/2005, results were predominantly considered satisfactory (pig: 78.4%; cattle: 71.4%), albeit abattoir-specific differences were observed. At different sites, mean TVCs (\log_{10} CFU cm^{-2}) ranged from 1.8 to 4.5 for pig and 1.8 to 3.8 for cattle carcasses. Amongst sites, the back (pig) and neck (cattle) tended to yield higher results. *Enterobacteriaceae* were detected generally in low counts, and on 30.0% of pig carcasses and 21.7% of cattle carcasses. Amongst abattoirs, detection rate ranged from 2.0% to 78.0% and 0.0% to 70.0% on pig and cattle carcasses, respectively.

Following a risk-based approach, two categories of small abattoirs should be distinguished: (i) abattoirs direct supplying the products to the consumer or to local retail establishments or (ii) abattoirs supplying the products to other establishments for further processing. In the latter, microbiological examinations on carcass contamination should be performed. For these abattoirs, it is proposed to quarterly sample 5 carcasses (pig, cattle) at the end of the slaughter line by excision at 4 sites, to combine the samples of each carcass, and to examine the pooled samples for TVC and *Enterobacteriaceae*. Within a trend analysis (2 years), such examinations allow to evaluate the microbiological contamination of carcasses. To rate the results, performance criteria of the Regulation (EC) No 2073/2005 may also be applied in small abattoirs.

2. Einleitung

Im Rahmen eines Lebensmittelsicherheitskonzepts kommt bei der Fleischgewinnung der strikten Einhaltung der Schlachthygiene als Massnahme zur Verhinderung einer mikrobiellen Kontamination der Oberfläche von Schlachttierkörpern entscheidende Bedeutung zu. Beim Vorliegen hygienischer Schwachstellen im Schlachtprozess kann es zu einer Kontamination der Schlachttierkörperoberfläche mit saprophytären Verderbniskeimen oder auch pathogenen Mikroorganismen kommen (Spescha et al., 2006), die beim Verzehr von rohen oder unzureichend erhitzten Fleischerzeugnissen zu Erkrankungen führen können. Ebenso erfolgt mit dem Fleisch eine Verschleppung der Keime in die Verarbeitungsbetriebe und in die Haushalte der Konsumenten, wo sie durch Kreuzkontaminationen auf andere Lebensmittel gelangen können. Mikrobiologische Hygienemassnahmen dienen daher sowohl dem Gesundheitsschutz als auch der Qualitätserhaltung.

Bei den pathogenen „meatborne“ Mikroorganismen spielen insbesondere die latenten Zoonoseerreger eine entscheidende Rolle, bei welchen das gesunde Tier das Reservoir darstellt. Diese kommen zum Teil in hoher Prävalenz bei Schlachttieren und auf Schlachttierkörpern vor (Ledergerber et al., 2003; Al-Saigh et al., 2004; Zweifel et al. 2004; Woerner et al., 2006). Von Bedeutung sind hierbei insbesondere *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. sowie Shigatoxin-bildende *E. coli* (STEC). Im Rahmen der traditionellen Fleischkontrolle, die auf Adspektion, Palpation und Inzision basiert und ursprünglich auf die Erkennung der Tuberkulose ausgerichtet war, werden Träger latenter Zoonoseerreger nicht erkannt, da keine klinischen Auffälligkeiten am Schlachttier oder pathologisch-anatomisch feststellbare Veränderungen am Schlachttierkörper oder den Organen vorliegen. Die Bedeutung der mit den genannten Erregern assoziierten humanen, gastrointestinalen, Nahrungsmittel-bedingten Erkrankungen hat in den letzten Jahren weltweit zugenommen. In den USA, der Europäischen Union (EU) und der Schweiz übertreffen Campylobacteriosen inzwischen die Salmonellen-bedingten Darminfektionen und die anderen Ursachen akuter bakterieller humaner Gastroenteritiden (Bartelt, 1999; Rautelin und Hänninen, 2000; Anonym, 2006a).

Zur Überwachung der Schlachthygiene eignen sich regelmässige visuelle „Schlachtprozess-Kontrollen“ („In-Prozess-Kontrolle“), ergänzt durch betriebsspezifische mikrobiologische Verifikationsuntersuchungen der Umgebung und von Schlachttierkörpern gemäss den HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points)-Prinzipien (Vanne et al., 1996; Brown et al., 2000; Zweifel und Stephan, 2003a,b). Für solche Untersuchungen eignen sich beispielsweise die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ) und *Enterobacteriaceae* (Charlebois et al., 1991; Untermann et al., 1997; Zweifel et al., 2005a). Dieses Vorgehen ist zumeist aussagekräftiger als mit grossem Aufwand bestimmte Pathogene wie z.B. *E. coli* O157 nachzuweisen. Wichtig ist, dass bei der Erkennung von Schwachstellen oder Abweichungen, geeignete Korrekturmassnahmen eingeleitet und umgesetzt werden.

Im Rahmen des autonomen Nachvollzugs des EU-Lebensmittelrechts (Äquivalenz) unterliegen Schweizerische Schlachtbetriebe zukünftig den entsprechenden EU-Vorschriften. Diese fordern von Fleischlieferbetrieben eine auf den HACCP-Grundsätzen basierende regelmässige Überwachung der Hygienebedingungen, unter anderem durch mikrobiologische Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern (Verordnung (EG) Nr. 2073/2005). Während EU-zugelassene Grossbetriebe der Schweiz bereits früher den Forderungen der EU-Gesetzgebung unterlagen und deren Forderungen daher bereits weitgehend umgesetzt wurden, ergibt sich für Kleinbetriebe mit der angestrebten Äquivalenz eine neue Situation. Zudem fehlten bis anhin für Kleinbetriebe „Baseline-Daten“ zur mikrobiologischen Kontamination von Schlachttierkörpern.

Ziel dieser Arbeit war es, (i) für die Tierarten Schwein und Rind in verschiedenen Kleinschlachtbetrieben mittels destruktiver Technik Daten zum mikrobiologischen Status (GKZ, *Enterobacteriaceae*) von Schlachttierkörpern zur Beurteilung der Schlachthygiene-Bedingungen zu erheben, (ii) betriebs- und lokalisationspezifische Unterschiede zu evaluieren und (iii) die Ergebnisse der Betriebe mit den Grenzlinien der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 sowie betriebsspezifischer Grenzlinien (Qualitätsregelkarten) zu vergleichen. Basierend auf diesen Grundlagen soll ein Konzept zur Durchführung mikrobiologischer Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern in Kleinbetrieben vorgeschlagen werden.

3. Selbstkontrolle in Schlachtbetrieben - rechtliche Grundlagen

3.1. Rechtliche Grundlagen in der EU

Die seit dem 1. Januar 2006 gültige Europäische Gesetzgebung im Bereich der Lebensmittelsicherheit regelt alle Stufen der Produktion, legt spezielle Vorschriften für Lebensmittel tierischer Herkunft fest und gilt sowohl für EU-Mitgliedstaaten wie auch für Drittländer, die Lebensmittel in die EU exportieren wollen.

Die aktuellen Fassungen sind unter <http://eur-lex.europa.eu> im Internet zugänglich. Zur besseren Übersicht wurde vom Europa Institut der Universität Zürich (EIZ) im Auftrag des Bundesamts für Gesundheit (BAG) eine Sammlung des EU-Lebensmittelrechts erstellt, welche vom BAG zur externen Nutzung zur Verfügung gestellt wird: <http://www.bag.admin.ch>.

Grundlage bildet die Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 „zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit“ (Anonym, 2002). Darauf aufbauend wurden die allgemeingültige Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene und die Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs erlassen (Anonym, 2004a; Anonym, 2004b). Analog hierzu wurden für die amtliche Überwachung die Verordnungen (EG) Nr. 882/2004 und (EG) Nr. 854/2004 geschaffen (Anonym, 2004c; Anonym, 2004d). Die letztgenannten vier Verordnungen bilden das so genannte „EU-Hygienepaket“.

Die Grundsätze des EU-Hygienepakets lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Lebensmittelsicherheit auf allen Stufen (Primärproduktion bis Abgabe an den Endverbraucher); Sicherstellung eines hohen Verbraucherschutz-Niveaus; Gewährleistung der Sicherheit importierter Lebensmittel
- Festlegung allgemeingültiger Grundlagen sowie spezifischer Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs
- Eigenverantwortung der Lebensmittelunternehmer; risikobasierter Ansatz; Übernahme der HACCP-Grundsätze des Codex Alimentarius; Unterscheidung zwischen „guter Hygienepraxis“ und HACCP
- Harmonisierung und Vereinfachung des Hygienerechts

Das neue Lebensmittelrecht legt dabei die Zuständigkeiten der Lebensmittelunternehmer eindeutig fest. Art. 5 der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 nimmt diese direkt in die Verantwortung, indem „Lebensmittelunternehmer Erzeugnisse nur in den Verkehr bringen dürfen, wenn die geltenden Vorschriften eingehalten werden“. Betreffend Hygiene gilt, dass „Lebensmittelunternehmer sicherstellen müssen, dass die Hygieneanforderungen eingehalten werden“. Der Begriff Hygiene wird dabei definiert als „Massnahmen, die notwendig sind, um Gefahren für den Menschen unter Kontrolle zu bringen und zu gewährleisten, dass ein Lebensmittel unter Berücksichtigung seines Verwendungszwecks für den menschlichen Konsum geeignet ist“. Der Lebensmittelunternehmer trägt die Hauptverantwortung und er hat „ständige, auf den HACCP-Grundsätzen beruhende Verfahren einzurichten, durchzuführen und aufrechtzuerhalten“, um die Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten. Zudem verpflichtet Art. 4 der Verordnung (EG) Nr. 852/2004 die Lebensmittelunternehmer zur Einhaltung mikrobiologischer Kriterien, zur Erfüllung von Temperaturkontrollen (Kühlkette) und zur Durchführung von Probenentnahmen und Analysen. Damit ist die Verpflichtung zur Selbstkontrolle auch im Bereich der Hygieneüberwachung gegeben. Der amtlichen Überwachung fällt die Aufgabe zu, die Wirksamkeit derartiger Konzepte zu verifizieren („Kontrolle der Kontrolle“).

Für die Fleischgewinnung fordert das EU-Lebensmittelrecht von den Betrieben eine HACCP-basierte, regelmässige Überwachung der Schlachthygiene-Bedingungen. Diese Überwachung ist durch mikrobiologische Untersuchungen zu verifizieren. Dabei definiert die Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 Kriterien für mikrobiologische Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern verschiedener Tierarten (Anonym, 2005a).

3.2. Rechtliche Grundlagen in der Schweiz

Im Rahmen des autonomen Nachvollzugs des EU-Lebensmittelrechts wurde die Schweizerische Gesetzgebung den neuen EU-Vorschriften angepasst. Damit wurde die Basis für die Erweiterung des Äquivalenzabkommens mit der EU geschaffen. In Zukunft wird dadurch ein vereinfachter Marktzugang ermöglicht. Gleichzeitig erhielt das Lebensmittelrecht eine neue Struktur (Abbildung 1). Zentral ist dabei die Gliederung in „horizontale“ (übergreifende) und „vertikale“ Verordnungen, die bestimmte Lebensmittelklassen regeln. Insgesamt waren 34 Verordnungen von den Anpassungen betroffen, die in einem gemeinsamen Projekt der Bundesämter für Gesundheit (BAG), Landwirtschaft (BLW) und Veterinärwesen (BVET) realisiert wurden. Insbesondere waren Anpassungen in den folgenden Bereichen notwendig: (i) Verpflichtung zur Rückverfolgung und Nachverfolgung von Lebens- und Futtermitteln, (ii) Verpflichtung zur schriftlichen Dokumentation der Selbstkontrolle, (iii) Bewilligungspflicht für Betriebe, die Lebensmittel tierischer Herkunft herstellen, verarbeiten, behandeln, lagern oder abgeben, (iv) Durchführung der Lebensmittelkontrolle sowie (v) zusätzliche Kontrollen bei der Schlachtung. Das revidierte Lebensmittelrecht leistet einen wichtigen Beitrag zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit auf allen Stufen. Daneben stand die Revision aber auch im Zeichen einer verbesserten Koordination des Vollzugs. In Ergänzung zum System der gezielten und koordinierten Überwachung von Risikobereichen werden nationale Kontrollpläne eingeführt. Die aktuellen Fassungen des Lebensmittelrechts sind über die Homepage des BVET zugänglich (<http://www.bvet.admin.ch>).

Die allgemeingültigen Vorgaben zur Selbstkontrolle sind in Art. 49 bis 55 der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (LGV, SR 817.02) vom 23. November 2005 geregelt (Anonym, 2005b). Die Verpflichtung zur Selbstkontrolle (Rückverfolgbarkeit, Informations- und Dokumentationspflicht) ist ein Grundpfeiler sowohl des Schweizerischen Lebensmittelrechts als auch desjenigen der EU. Art. 49 legt als Grundsatz fest, dass „die verantwortliche Person im Rahmen ihrer Tätigkeit auf allen Stufen dafür sorgt, dass die gesetzlichen Anforderungen an Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände eingehalten werden, insbesondere in Bezug auf den Gesundheitsschutz, den Täuschungsschutz sowie den hygienischen Umgang“. Zum Nachweis der Erfüllung dieser Anforderungen dient die Selbstkontrolle. Als wichtige Instrumente werden dabei bezeichnet: (i) die Sicherstellung guter Verfahrenspraktiken (Gute Hygiene-/Herstellungspraxis), (ii) die Anwendung von Verfahren, die auf den HACCP-Prinzipien gemäss Codex Alimentarius beruhen und eine ständige Überwachung der spezifischen Gefahren für die Gesundheit des Konsumenten erlauben (Art. 51), (iii) die Rückverfolgbarkeit (Art. 50) sowie (iv) die Probenentnahme und Analyse. Dabei ist das HACCP-Konzept „in einer dem Sicherheitsrisiko und dem Produktionsumfang angepassten Form“ anzuwenden. Zudem ist nach Art. 55 der LGV eine Dokumentation „aller Massnahmen im Rahmen der Selbstkontrolle schriftlich oder durch gleichwertige Verfahren“ gefordert. Die amtlichen Vollzugsinstanzen nehmen dann überwiegend eine risikobasierte „Kontrolle der Kontrolle“ vor.

Für die Fleischgewinnung sind insbesondere die Verordnung über das Schlachten und die Fleischkontrolle (VSFK, SR 817.190) und die Verordnung des EVD über die Hygiene beim Schlachten (VHyS, SR 817.0190.1) vom 23. November 2005 von Bedeutung (Anonym, 2005c; Anonym, 2005d). Ergänzend wurden vom BVET verschiedene technische Weisungen erlassen (Bewilligung von Schlachtanlagen, Schlachttieruntersuchung, Trichinen-Untersuchung, mikrobiologische Fleischuntersuchung (MFU)). Dabei befasst sich Anhang 3 der technischen Weisung über die Bewilligung von Schlachtanlagen mit der „Überprüfung der Selbstkontrolle nach einheitlichen Kriterien“ (Anonym, 2006b).

Art. 20 der VSFK beschreibt die Durchführung der Selbstkontrolle in Schlachtbetrieben und verpflichtet diese zur systematischen Überwachung der Schlachthygiene. Diese umfasst neben der „kontinuierliche Aufzeichnung der Temperatur in Räumen mit mehr als 200 m³, in denen gekühltes oder tiefgekühltes Fleisch gelagert wird, visuelle Sauberheitskontrollen an jedem Arbeitstag, die periodisch durch mikrobiologische Untersuchungen zu ergänzen sind“. Unter diesen Sauberheitskontrollen ist neben der Überprüfung von Räumlichkeiten und Arbeitsgegenständen auch die Überwachung des Schlachtprozesses („In-Prozess-Kontrolle“) zu verstehen, die auch die Produkte (Schlacht tierkörper) umfasst. In der Ausführungshilfe des BVET „zur Überprüfung der Selbstkontrolle nach einheitlichen Kriterien“ sind Details zur Dokumentation, der Ausbildung des Personals, der Personalhygiene, der Reinigung und Desinfektion, der Instandhaltung der Einrichtungen, der Temperaturkontrolle, der Schädlingsbekämpfung, der Kontrolle der Wasserqualität, der HACCP gestützten Verfahren, der Rückverfolgbarkeit und der Produktkontrolle festgehalten. Da die VSFK keine Vorgaben über Art, Umfang, Analysemethoden, Auswertung und Beurteilung der Ergebnisse mikrobiologischer Untersuchungen von Schlacht tierkörpern sowie allfälliger Korrekturmassnahmen macht, sind detaillierte Regelungen hierzu in der Anleitung des BVET vom 3. Oktober 2006 zur „Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben“ aufgeführt (Anonym, 2006c), welche auf der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 basiert.

3.3. Anwendung der HACCP-Prinzipien im Schlachtbetrieb

Die gesetzlichen Vorgaben (EU, CH) fordern bei der Fleischgewinnung eine systematische Überwachung der Schlachthygiene gemäss den HACCP-Prinzipien. Analoge Forderungen nach einem auf den HACCP-Prinzipien basierenden System liegen auch von den Behörden der USA (Food Safety and Inspection Service (FSIS) des U. S. Departement of Agriculture (USDA)) vor und haben für Ausfuhrbetriebe nach den USA Gültigkeit (Anonym, 1996; Pearce et al. 2004).

Das HACCP-System ist ein Konzept zur Vermeidung spezifischer Gesundheitsgefahren für den Menschen (Hazards) und basiert auf sieben Prinzipien, die auch in Art. 51 der LGV aufgeführt sind (Anonym, 2005b). Zunächst werden im Rahmen einer Gefahrenanalyse (Hazard Analysis, Prinzip 1) auf Basis wissenschaftlicher Fakten spezifische biologische, chemische oder physikalische Gefahren für die Gesundheit des Konsumenten ermittelt und bewertet (Hazard Identification, Risk Assessment). Anschliessend werden produkt- und produktionsspezifische präventive Massnahmen festgelegt und durchgeführt, mit denen sich die ermittelten Gefahren für die Gesundheit des Menschen verhüten, ausschalten oder zumindest auf ein akzeptables Restrisiko vermindern lassen. Das präventive Management umfasst die Festlegung von Stufen, an welchen es möglich ist, die spezifische Gefahr unter Kontrolle zu bringen (Controlling, Prinzip 2), die Festlegung von Grenzwerten (Critical Limits, Prinzip 3), die Festlegung eines Systems zur kontinuierlichen, zuverlässigen Überwachung (Monitoring, Prinzip 4), die Festlegung von Korrekturmassnahmen (Corrective Actions, Prinzip 5), die Festlegung von Verifizierungsverfahren (Verification, Prinzip 6) und die Einführung einer rückverfolgbaren Dokumentation (Prinzip 7). Voraussetzung für die Festlegung von CCPs (Critical Control Points) als Prozessstufe, an der es möglich ist, eine spezifische Gefahr unter Kontrolle zu bringen, ist, dass sich ein Controlling und ein Monitoring definieren lassen.

In vielen Bereichen der Lebensmittelherstellung, -behandlung und -verarbeitung lässt sich ein vollständiges HACCP-Konzept jedoch kaum umsetzen. Dies trifft auch auf den Schlachtprozess zu, in welchem Massnahmen, die zu einer Eliminierung der spezifischen Gefahren führen und die Anforderungen an einen CCP vollständig erfüllen, nicht festzulegen sind (Borch et al., 1996; Sheridan, 2000). Daher können im Schlachtprozess nur die HACCP-Grundsätze, insbesondere der präventive Ansatz der Prozessüberwachung (Ryan, 2007), beachtet werden, um eine mögliche Kontamination der Oberfläche von Schlachttierkörpern zu vermeiden (Kukay et al., 1996). Ein solches flexibles Konzept, das sich an einzelnen Prinzipien des HACCP-Konzeptes orientiert, aber keine Umsetzung des vollständigen Konzepts in der Selbstkontrolle darstellt, wurde auch von der Europäischen Gemeinschaft vorgeschlagen.

Das HACCP-Konzept ersetzt jedoch nicht die üblichen, allgemeinen Hygienemassnahmen, sondern baut auf einem wirksamen Hygienekonzept eines Lebensmittelbetriebes auf. Daher ist in einem Lebensmittel-Sicherheitskonzept den räumlichen und technischen Voraussetzungen sowie den grundsätzlichen Hygienemassnahmen („Gute Hygiene-/Herstellungspraxis“) besondere Aufmerksamkeit zu schenken (Abbildung 2). Von Bedeutung ist beispielsweise, dass (i) der Schlachtbetrieb baulich so gestaltet ist, dass die räumliche Trennung von reinem und unreinem Teil der Anlage sowie verschiedener Arbeitsschritte im Schlachtprozess gewährleistet ist und möglichst keine Kontaktmöglichkeiten zwischen Schlachttierkörpern und Einrichtungsgegenständen vorliegen, (ii) die Reinigung und Desinfektion gründlich und effizient durchgeführt wird, (iii) das Personal über ein sensibilisiertes Hygienebewusstsein verfügt und (iv) die Einhaltung der Kühltemperaturen überwacht wird.

3.4. Mikrobiologische Verifikationsuntersuchungen von Schlachttierkörpern gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005

Zur Überwachung und Verifizierung von Hygienemassnahmen sowie zur Gewährleistung einer EU-weiten, einheitlichen Beurteilung definiert die Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel (Anonym, 2005a). Dabei wird unterschieden zwischen Lebensmittelsicherheitskriterien und Prozesshygienekriterien. Unter anderem sind auch Kriterien für mikrobiologische Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern verschiedener Tierarten (Rind, Schaf, Ziege, Pferd, Schwein, Geflügel) definiert (GKZ, *Enterobacteriaceae*, Salmonellen). Zudem macht diese Verordnung im Interesse einer einheitlichen Durchführung solcher Kontrollen Vorgaben zur Probenentnahme, der mikrobiologischen Untersuchung sowie zur Auswertung. Die Umsetzung dieser Forderungen wurde in der Schweiz in der Anleitung des BVET vom 3. Oktober 2006 zur „Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben“ geregelt (Anonym, 2006c).

Im Folgenden werden die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 sowie der Anleitung des BVET betreffend mikrobiologischer Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern kurz erläutert und kommentiert.

Probenentnahmetechniken:

- Grundsätzlich sind destruktive Techniken, bei welchen ein umschriebener Bezirk der Oberfläche abgekratzt, abgetragen, ausgestanzt, ausgebohrt oder ausgefräst wird, und nicht-destruktive Verfahren (Nasstockentupfertechnik), bei welchen die auf der Oberfläche haftenden Bakterien ohne Beschädigung der Oberfläche entfernt werden, zulässig.

Die Anwendung der verschiedenen Verfahren bei Schlachttierkörpern wird kontrovers diskutiert (Bolton, 2003) und es bestehen unterschiedliche Auffassungen über deren Praktikabilität (Dorsa et al., 1997; Gill et al., 2001). Mehrere Autoren favorisieren die destruktive Technik aufgrund der exakteren quantitativen Bestimmung des Oberflächenkeimgehalts sowie der besseren Reproduzierbarkeit (Fliss et al., 1991; Rivas et al., 1993; Dorsa et al., 1996; Palumbo et al., 1999; Pepperell et al., 2005). Allerdings zeigten Vergleiche mit stärker abrasiven Verfahren wie der Nass-Trockentupfertechnik (NTT), dass sich diese Verfahren, die von der Fleischindustrie oftmals bevorzugt werden, für Routineuntersuchungen eignen (Anonym, 1996; Sharpe et al., 1996; Ware et al., 1999; Gill und Jones, 2000; Ellerbroek, 2003; Zweifel und Stephan, 2003a; Byrne et al., 2005; Zweifel et al., 2005a). Ein kürzlich durchgeführter Vergleich bei Schweine- und Rinderschlachttierkörpern zeigte, dass (i) die Streuungen der Ergebnisse für beide Verfahren (destruktiv - NTT) auf einem vergleichbaren und konstanten Niveau lagen und (ii) die Durchschnittswerte bei destruktiver Probenentnahme erwartungsgemäss höher (0.5 log₁₀-Stufen) waren (Zweifel et al., 2005b).

Um vergleichbare Daten zur objektiven Beurteilung der Schlachthygiene zu erhalten, ist es entscheidend, dass in einem Betrieb über einen längeren Zeitraum immer mit derselben Technik gearbeitet wird (Untermann et al., 1997; Zweifel et al., 2005b).

Probenentnahmestellen am Schlachttierkörper:

- Die Auswahl der Probenentnahmestellen sollte basierend auf einer betriebsspezifischen Schlachtprozessanalyse („In-Prozess-Kontrolle“) erfolgen und insbesondere Lokalisationen umfassen, die bedingt durch die Schlachttechnik kontaminationsanfälliger sind (Untermann et al., 1997). In diesem Zusammenhang führt die Anleitung des BVET für das Schwein die Lokalisationen Backe, Brust, Rücken und Schinken sowie für das Rind die Lokalisationen Kamm, Brust, Flanke und Keule auf. Möglicherweise kann es zur betriebsspezifischen Beurteilung des Kontaminationsrisikos notwendig sein, zunächst eine grössere Anzahl von Entnahmestellen zu untersuchen, die je nach Resultaten in den folgenden Untersuchungsintervallen nach unten angepasst werden kann (Untermann et al., 1997). Einmal festgelegte Entnahmestellen sind über einen längeren Zeitraum beizubehalten, um eine Verlaufskontrolle zu gewährleisten.

Durchführung der Probenentnahme:

- Die Probenentnahmeverfahren sowie die Bestimmungen über Lagerung und Transport der Proben sind in der Norm ISO 17604 beschrieben.
- Grundsätzlich entscheiden die für die Selbstkontrolle verantwortlichen Personen der Betriebe selbst über die Untersuchungshäufigkeit („risikobasiert“). Die Minimalanforderungen (Anleitung BVET) sind nachstehend aufgeführt.
- Bei jeder Probenentnahme sind fünf zufällig ausgewählte Schlachttierkörper einer Tierart zu berücksichtigen. Für die Untersuchung auf die GKZ und *Enterobacteriaceae* sind vier Stellen jedes Schlachttierkörpers zu beproben. Je Entnahmestelle sind (i) bei Anwendung der destruktiven Technik Gewebeproben mit einer Fläche von 5 cm² zu entnehmen (4 x 5 cm²) und (ii) bei Anwendung des nicht-destruktiven Verfahrens eine Fläche von mindestens 100 cm² (kleine Wiederkäuer: 50 cm²) zu beproben (4 x 100 cm²). Für die Untersuchung auf Salmonellen ist pro Schlachttierkörper mittels Kratzschwamm eine Probe (mindestens 100 cm²) zu erheben.

- Die Probenentnahme hat am Ende der Schlachtlinie (nach dem Zurichten, vor dem Kühlprozess) oder spätestens drei Stunden nach Beginn der Kühlung (Anleitung BVET) zu erfolgen. Bei betriebspezifischen, hygienisch-kritischen Prozessstufen kann es notwendig sein, zusätzliche Proben direkt anschliessend an diese zu erheben.
- Vor der mikrobiologischen Untersuchung werden die vier Proben eines Schlachttierkörpers zu einer Poolprobe zusammengefasst (vertikale Poolprobe).
- Von jeder geschlachteten Tierart sind wöchentlich, an wechselnden Tagen, Proben zu erheben. Bei der Tierart Rind sind dabei wöchentlich wechselnd Proben von Muni, Kuh und Kalb zu untersuchen.

Bei der Untersuchung auf die GKZ und *Enterobacteriaceae* kann die Probenentnahmehäufigkeit auf eine 14-tägige Untersuchung verringert werden, wenn in sechs aufeinander folgenden Wochen befriedigende Ergebnisse bei beiden Parametern erzielt wurden. Änderungen in der Entnahmefrequenz sind vom tierärztlichen Fleischkontrolleur zu genehmigen. Kommt es nachfolgend zu einer Verschlechterung der Ergebnisse (akzeptable oder unbefriedigende Ergebnisse), ist die Frequenz umgehend wieder auf wöchentliche Intervalle zu erhöhen.

Bei der Untersuchung auf Salmonellen kann die Probenentnahmehäufigkeit auf eine 14-tägige Untersuchung verringert werden, wenn in 30 aufeinander folgenden Wochen befriedigende Ergebnisse erzielt wurden. Die Häufigkeit kann weiter verringert werden, wenn ein nationales oder regionales Salmonellen-Kontrollprogramm (i) die genannten Untersuchungen ersetzt oder (ii) gezeigt hat, dass die Prävalenz bei den vom Schlachtbetrieb gekauften Tieren gering ist.

Für kleine Schlachtbetriebe (Betriebe mit geringer Kapazität, Art. 3 VSFK) können die vorgegebenen Entnahmehäufigkeiten unter Berücksichtigung von Art und Grösse der Schlachthanlage, des Gesamtkonzepts zur Selbstkontrolle sowie einer Risikoanalyse reduziert werden, sofern dies von der zuständigen Behörde genehmigt wird.

- Die Proben sind eindeutig, in Übereinstimmung mit den Angaben auf dem Probenentnahmeprotokoll zu kennzeichnen (Schlachttierkörper-Identifikationsnummer). Zudem sind auf dem Entnahmeprotokoll Tierart, Datum und Uhrzeit der Entnahme, Probentemperatur, Name des Probennehmers sowie Name und Anschrift des Einsenders zu vermerken.

Mikrobiologische Untersuchung

- Für die mikrobiologische Untersuchung sind amtlich zugelassene Untersuchungsverfahren (z.B. ISO) anzuwenden. Die Referenzmethoden für die Untersuchung auf die aerobe mesophile GKZ, *Enterobacteriaceae* und Salmonellen sind in den Normen ISO 4833, ISO 21528-2 respektive EN/ISO 6579 beschrieben. Das Labor sollte über Erfahrung betreffend Keimzahlbestimmung in Lebensmitteln und insbesondere dem mikrobiologischem Monitoring von Schlachttierkörpern verfügen. Gemäss Anleitung des BVET ist das Vorgehen, einschliesslich der Untersuchungsverfahren, zwischen dem Schlachtbetrieb und dem Labor festzulegen und das Labor muss nach ISO 17025 akkreditiert sein.

Die regelmässige Bestimmung der GKZ, als Mass für die tatsächliche mikrobielle Belastung, und der *Enterobacteriaceae* auf Schlachttierkörpern hat sich als geeignetes System zur Verifikation der Schlachthygiene erwiesen (Mackey und Roberts, 1993; Untermann et al., 1997; Brown et al., 2000; Zweifel et al., 2003a; Spescha et al., 2006). *Enterobacteriaceae* dienen als Indikatorkeime für eine fäkale Kontamination (Charlebois et al., 1991). Diese wird sowohl vom FSIS des USDA wie auch von der World Health Organization (WHO) als wichtigste Quelle für die Belastung mit pathogenen Mikroorganismen bezeichnet (Anonym, 1990; Anonym, 1996). Die Bestimmungen des FSIS des USDA schreiben zwingend eine systematische Untersuchung der Oberfläche von Schlachttierkörpern der Rinder- und Schweinegattung auf *E. coli* vor, um den Grad der fäkalen Kontamination festzustellen (Anonym, 1996). Diese Vorschriften haben für Ausfuhrbetriebe nach den USA Gültigkeit und müssen umgesetzt werden. Allerdings wurde die Aussagekraft solcher Untersuchungen aufgrund der im Allgemeinen geringen Nachweisrate von *E. coli* kürzlich in Frage gestellt (Vanderlinde et al., 2005; Gill und Jones, 2006).

Auswertung und Beurteilung

- Zur Beurteilung der Ergebnisse (GKZ, *Enterobacteriaceae*) mikrobiologischer Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern sind die Keimzahlen als Kolonie-bildende Einheiten (KBE) pro cm² anzugeben, logarithmisch zu transformieren (log₁₀) und der Tagesdurchschnittswert (n=5 pro Entnahmetag und Tierart) zu bestimmen. In Abhängigkeit vom Probenentnahmeverfahren wird der Tagesdurchschnittswert anschliessend mittels den in Tabelle 1 oder 2 aufgeführten Grenzl原因en als „befriedigend“, „akzeptabel“ oder „unbefriedigend“ beurteilt.

Tabelle 1: Grenzl原因en zur Bewertung der Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern bei destruktiver Probenentnahme

	befriedigend (log ₁₀ KBE cm ⁻²)		akzeptabel (log ₁₀ KBE cm ⁻²)		unbefriedigend (log ₁₀ KBE cm ⁻²)	
	Rinder*	Schweine	Rinder*	Schweine	Rinder*	Schweine
Gesamtkeimzahl	<3.5	<4.0	3.5-5.0	4.0-5.0	>5.0	>5.0
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1.5	<2.0	1.5-2.5	2.0-3.0	>2.5	>3.0

* Werte ebenfalls gültig für Pferde-, Schaf- und Ziegenschlachttierkörper

Tabelle 2: Grenzl原因en zur Bewertung der Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern bei Probenentnahme mittels Nass-Trockentupfertechnik (Anleitung BVET; Zweifel et al., 2005a)

	befriedigend (log ₁₀ KBE cm ⁻²)	akzeptabel (log ₁₀ KBE cm ⁻²)	unbefriedigend (log ₁₀ KBE cm ⁻²)
	Rinder & Schweine	Rinder & Schweine	Rinder & Schweine
Gesamtkeimzahl	<3.0	3.0 - 4.0	>4.0
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1.0	1.0 - 2.0	>2.0

Um einen „nachteiligen Trend“ zu erkennen, sind mindestens die Ergebnisse von sechs Wochen als Prozesskontrolldiagramm oder -tabelle darzustellen (Anleitung BVET). Im Vergleich zu den FSIS-Vorschriften des USDA (Anonym, 1996) sind jedoch in der EU- und CH-Gesetzgebung die Vorgaben für das Ergreifen von Massnahmen weniger genau definiert: Während im US-System mehr als drei „marginal *E. coli* results“ innerhalb der letzten 13 Untersuchungen sofort Massnahmen nach sich ziehen müssen, ist in der Europäischen Gesetzgebung nicht festgelegt, wie viele akzeptable Ergebnisse einen „Trend“ anzeigen.

Betreffend Salmonellen gelten die Ergebnisse als „befriedigend“, falls in höchstens c/n Proben Salmonellen nachgewiesen werden (Schwein: c=5, n=50; Rind: c=2, n=50). Dabei steht „n“ für die Anzahl von 50 Proben, die von 10 aufeinander folgenden Untersuchungen stammen und „c“ für die Anzahl Salmonellen-positiver Proben. Ein unbefriedigendes Ergebnis liegt daher vor, wenn Salmonellen in ≥ 6 Proben (Schweine) bzw. in ≥ 3 Proben (Rinder) von 50 Proben nachgewiesen werden. Der c-Wert ist regelmässig zu überprüfen, um Fortschritte bei der Verringerung der Salmonellenprävalenz zu verifizieren. Mitgliedstaaten oder Regionen mit geringer Prävalenz können auch schon vor der Überprüfung geringere c-Werte verwenden. In graphischer oder tabellarischer Form sind dabei mindestens die Ergebnisse von 30 Wochen aufzuführen (Anleitung BVET).

Feedback & Korrekturmassnahmen

- Von zentraler Bedeutung ist es, dass durch den Betrieb beim Vorliegen abweichender Ergebnisse (Trend im akzeptablen Bereich, unbefriedigende Ergebnisse) geeignete Massnahmen veranlasst und umgesetzt werden. Insbesondere sind Trends zu analysieren (Hutchison et al., 2005), da sie unerwünschte Entwicklungen im Prozess aufzeigen können und es daher ermöglichen, Korrekturmassnahmen zu ergreifen, bevor das Verfahren ausser Kontrolle geraten ist. Detaillierte Empfehlungen von Massnahmen bei abweichenden Ergebnissen sind in Anhang 4 der Anleitung des BVET aufgeführt.

Das Ausmass der Keimkontamination von Schlachttierkörpern hängt grundsätzlich sowohl von der Schlachttechnologie als auch vom Hygieneverhalten des Personals ab. Grundsätzlich kann für Schlachtbetriebe im Fall abweichender Ergebnisse folgendes Vorgehen empfohlen werden: Zunächst ist im Rahmen einer Schlachtprozesskontrolle eine sorgfältige und umfassende Schwachstellenanalyse durchzuführen, um nach Möglichkeit die Ursache abweichender Ergebnisse zu identifizieren. Basierend auf dieser muss dann eine Risikoabschätzung und Risikobeurteilung erfolgen und es sind geeignete Massnahmen festzulegen und umzusetzen. Abschliessend ist die Durchführung der Massnahmen zu dokumentieren. Die Identifizierung, Überwachung und Korrektur hygienisch-kritischer Stufen im Schlachtprozess ist zudem von besonderem Interesse, da Dekontaminations-Massnahmen für Schlachttierkörper, wie sie in den USA häufig angewandt werden (Gill et al., 1995; Gill et al., 1998a), in Europa nicht empfohlen oder nicht zugelassen sind (Smulders und Greer, 1998; Bolton et al., 2001).

Entsprechen die Ergebnisse nicht den Anforderungen und führen die eingeleiteten Massnahmen nicht zu besseren Schlachthygiene-Bedingungen, ist ausserdem zu empfehlen, dass nach Probenentnahmestellen aufgeschlüsselte mikrobiologische Untersuchungen von Schlachttierkörpern (vier Ergebnisse pro Schlachttierkörper) durchgeführt werden. Solche Untersuchungen erlauben es, stärker kontaminierte Körperpartien zu erkennen (Zweifel et al., 2003a, b; Spescha et al., 2006). Zudem sind regelmässige mikrobiologische Untersuchungen zur Kontrolle der Reinigung und Desinfektion von Arbeitsgeräten und Einrichtungsgegenständen zu empfehlen.

4. Material & Methoden

4.1. Datenerhebung & Schlachtbetriebe

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Proben aus 27 Schlachtbetrieben der Schweiz untersucht. Die Datenerhebung erfolgte über einen Zeitraum von insgesamt 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06). Die Betriebsidentifikation sowie die in den einzelnen Betrieben beprobte Anzahl an Schlachttierkörpern (Schwein, Rind) sind aus Tabelle 3 ersichtlich.

4.1.1. Datenerhebung Schweineschlachttierkörper

Bei den Schweineschlachttierkörpern wurden in mehreren Teilprojekten (1, 2, 3) insgesamt 6'000 Proben aus 26 Kleinbetrieben untersucht. Die Proben stammten dabei aus den Betrieben A bis O sowie 1 bis 11 (Tabelle 3). Die Kategorie der Schweine umfasste überwiegend Mastschweine. In zwei Betrieben wurden auch Mutterschweine beprobt. Die Schlachttierkörper wurden zufällig aus der Gesamtzahl der am Probenentnahmetag geschlachteten Tiere ausgewählt.

Im Rahmen eines **ersten Teilprojekts** erfolgte die Datenerhebung über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez 05 - Mai 06), wobei 3'000 Proben von 750 Schweineschlachttierkörpern aus 15 Kleinbetrieben (A bis O) untersucht wurden. In jedem Betrieb wurden während 10 Entnahmen Proben von 50 Schlachttierkörpern erhoben.

Im Rahmen eines **zweiten Teilprojekts** erfolgte die Datenerhebung über einen Zeitraum von sechs Monaten (Juni - Nov. 06), wobei 2'200 Proben von 550 Schweineschlachttierkörpern aus 11 anderen Kleinbetrieben (1 bis 11) untersucht wurden. In jedem Betrieb wurden während 10 Entnahmen Proben von 50 Schlachttierkörpern erhoben.

Tabelle 3: Betriebsidentifikation und Anzahl beprobter Schlachttierkörper (n) der Tierarten Schwein und Rind

n Schweineschlachttierkörper			n Rinderschlachttierkörper	
Betrieb	Dez 05 - Mai 06		Betrieb	Dez 05 – Nov. 06
A	50		A	10
B	50		B	30
C	50		C	60
D	50		D	30
E	50		E	30
F	50		F	6
G	50		G	60
H	50		H	30
I	50		I	60
J	50		J	30
K	50		K	30
L	50		L	9
M	50		M	60
N	50			
O	50			
Betrieb	Juni - Nov. 06		P	60
1	50			
2	50		Q	20
3	50			
4	50			
5	50			
6	50			
7	50			
8	50		R	30
9	50		S	20
10	50			
11	50		T	20

Zudem wurde zur Evaluation möglicher saisonaler Einflüsse auf die Keimbelastung (**Teilprojekt 3**) die Datenerhebung in vier aufgrund ihrer unterschiedlichen Keimbelastung ausgewählten Betrieben (A, H, I, N) über weitere sechs Monate fortgeführt (Juni - Nov. 06). Insgesamt wurden über den Zeitraum von 12 Monaten Proben von 400 Schweineschlachttierkörpern untersucht (Dez 05 - Nov. 06). Dabei wurden in jedem Betrieb während jeder Saison (Dez 05 - Mai 06; Juni - Nov. 06) Proben von 50 Schlachttierkörpern erhoben.

4.1.2. Datenerhebung Rinderschlachttierkörper

Bei den Rinderschlachttierkörpern wurden über einen Zeitraum von 12 Monaten 2'380 Proben von 595 Schlachttierkörpern aus 18 Kleinbetrieben untersucht. Dabei handelte es sich um die Betriebe (i) A bis M, (ii) P (Probenerhebung nur von Rinderschlachttierkörpern) sowie (iii) Q, R, S und T, welche den Betrieben 2, 8, 9 und 11 bei den Schweineschlachttierkörpern entsprachen (Tabelle 3). Basierend auf den unterschiedlichen Schlachtzahlen wurden in fünf Betrieben (C, G, I, M, P) Proben von 60, in sieben Betrieben (B, D, E, H, J, K, R) Proben von 30 und in sechs Betrieben (A, F, L, Q, S, T) Proben von <30 Schlachttierkörpern erhoben. Die Kategorie „Rinder“ umfasste Stiere, Ochsen, Kühe, Rinder und Kälber. Die Schlachttierkörper wurden zufällig aus den am Probenentnahmetag geschlachteten Tieren ausgewählt.

4.1.3. Schlachtbetriebe

Die ausgewählten Betriebe lagen im Raum Zentral- und Nordostschweiz. Es wurden grundsätzlich Schweine und Rinder geschlachtet. Die Anzahl der an der Schlachtung beteiligten Mitarbeiter schwankte zwischen 1 und 10. Basierend auf den jährlichen Schlachtleistungen liessen sich die Betriebe für jede Tiergattung in drei Kategorien einteilen (Tabelle 4). Bei den Schweinen lagen Mittelwert und Median der Anzahl geschlachteter Tiere in der ersten Kategorie (≤ 300 Tiere/Jahr) bei 233 respektive 250, in der zweiten Kategorie (301-1'500 Tiere/Jahr) bei 776 respektive 725 sowie in der dritten Kategorie ($> 1'500$ Tiere/Jahr) bei 5'100 respektive 3'450. Bei den Rindern lagen Mittelwert und Median in der ersten Kategorie (≤ 100 Tiere/Jahr) bei 80 respektive 90, in der zweiten Kategorie (101-300 Tiere/Jahr) bei 216 respektive 200 sowie in der dritten Kategorie (> 300 Tiere/Jahr) bei 778 respektive 615.

Gemäss Vorgaben der VSFK (SR 817.190) gelten als „Betriebe mit geringer Kapazität, Anlagen, in denen pro Jahr von Tieren der Rinder-, Schaf-, Ziegen-, Schweine- und Pferdegattung weniger als 1'200 Schlacht-Grossvieheinheiten geschlachtet werden“ (Anonym, 2005c). Dabei umfasst eine Grossvieheinheit jeweils ein Rind, Pferd oder Fohlen, zwei Kälber, fünf Schweine oder 10 Schafe respektive Ziegen.

Tabelle 4: Einteilung der Betriebe aufgrund ihrer Schlachtleistung im Jahre 2005 (Anzahl geschlachteter Tiere)

Schlachtleistung Schweine (Tiere/Jahr)				Schlachtleistung Rinder (Tiere/Jahr)			
Betrieb	≤300	≤1500	>1500	Betrieb	≤100	≤300	>300
A				A			
B				B			
C				C			
D				D			
E				E			
F				F			
G				G			
H				H			
I				I			
J				J			
K				K			
L				L			
M				M			
N							
O							
				P			
1							
2				Q			
3							
4							
5							
6							
7							
8				R			
9				S			
10							
11				T			

Die meisten Betriebe gaben die Primärerzeugnisse (Fleisch) oder daraus hergestellte Produkte direkt an den Endverbraucher oder an lokale Einzelhandelsgeschäfte zur direkten Abgabe an den Endverbraucher ab. Dies bedeutet, dass in diesen Betrieben dem Schlachtbetrieb eine Fleischverarbeitung und in der Regel auch ein Verkaufsgeschäft angegliedert ist. Dies bedeutet Schlachtung und Verarbeitung dienen dem eigenen Betriebsbedarf. Andererseits lieferten fünf der ausgewählten Betriebe (B, C, I, 2, 10) auch Primärerzeugnisse zur Weiterverarbeitung an andere Betriebe.

Der Arbeitsablauf und die Raumaufteilung der Betriebe liessen sich weitgehend vergleichen. Die Schlachtung der Schweine und Rinder wurde in den gleichen Räumlichkeiten durchgeführt. Grundsätzlich umfasste jeder Betrieb einen Schlacht-, einen Kühl- und einen Verarbeitungsraum. Der Schlachtraum wies zumeist eine Fläche von 20 bis 35 m² auf. Einzig in den Betrieben C, G und I stand ein grösserer Schlachtraum zur Verfügung (bis 100 m²). Die Fläche des Kühlraums variierte zwischen 10 und 100 m², wobei der Kühlraum in 15 Betrieben 10 bis 18 m², in 10 Betrieben 20 bis 30 m² und in zwei Betrieben 100 m² umfasste.

Im Rahmen der **Schweineschlachtung** wurde grundsätzlich folgender Ablauf festgestellt (Abbildung 3):

- Nach dem Abladen und kurzem Aufenthalt in der Wartebucht wurden die Tiere in der Tötebucht mittels Elektrozange betäubt und zumeist im Hängen entblutet (18/26).
- Das Brühen und Entborsten wurde i.d.R. in einer kombinierten „Brüh-Kratz-Maschine“ durchgeführt (ca. 2 min.). In fünf Betrieben (C, I, N, 1, 2) erfolgte das Brühen und Entborsten in getrennten Prozess-Schritten.
- I.d.R. wurden die Schlachttierkörper von Hand abgeflammt und poliert. In fünf Betrieben (C, I, 1, 2, 6) erfolgte das Abflammen maschinell und war mit dem Entborsten kombiniert. Im Betrieb L wurde kein Abflammschritt durchgeführt.
- Anschliessend wurden die Bauch- und Brustorgane entfernt (Evisceration) und die Schlachttierkörper gespalten.
- Nach Entfernung von Nieren, Bauchfett und Rückenmark sowie dem Wiegen wurden die Schlachttierkörper in den Kühlraum verbracht.

Bei der **Rinderschlachtung** wurde grundsätzlich folgender Ablauf festgestellt:

- Nach dem Abladen wurden die Tiere in der Tötebucht mittels Bolzenschuss betäubt und zumeist im Liegen entblutet (14/18).
- Anschliessend wurde der Kopf abgesetzt und es fand eine manuelle Vorenthäutung statt, wobei auch die Füsse abgetrennt wurden.

- Die eigentliche Enthäutung wurde im Hängen manuell von caudal nach cranial (A, F, L, U) oder maschinell mittels Kettenzug von cranial nach caudal durchgeführt.
- Anschliessend wurden die Bauch- und die Brustorgane entfernt (Evisceration) und die Schlachttierkörper gespalten. I.d.R. erfolgten die Enthäutung, die Evisceration und das Spalten an einem Arbeitsplatz.
- Nach der Nachbearbeitung (inklusive Entfernung des Rückenmarks) sowie dem Wiegen wurden die Schlachttierkörper in den Kühlraum verbracht.

4.2. Probenentnahme

Die Entnahme der Proben, die mikrobiologischen Untersuchungen sowie die Auswertung der Ergebnisse erfolgte grundsätzlich gemäss den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 „über mikrobiologische Kriterien in Lebensmittel“ und der Anleitung des BVET zur „Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben“ (Anonym, 2005a; Anonym, 2006c).

Pro Schlachttierkörper wurden jeweils die vier in der Anleitung des BVET aufgeführten Probenentnahmestellen (Schwein: Hals, Brust, Rücken und Schinken; Rind: Hals, Brust, Flanke und Keule) destruktiv beprobt (Abbildung 4). Die Probenentnahme erfolgte unmittelbar nach der Schlachtung oder innerhalb maximal 4 h im Kühlraum (Tabelle 5). Bei den Schweineschlachttierkörpern erfolgte die Probenentnahme in acht Betrieben direkt nach der Schlachtung sowie in sechs, drei und neun Betrieben in einem Zeitraum von 30 bis 90 min., 90 bis 180 min. sowie 180 bis 240 min. nach Beginn der Kühlung. Bei den Rinderschlachttierkörpern erfolgte die Probenentnahme in sechs Betrieben direkt nach der Schlachtung, sowie in sechs, vier und zwei Betrieben in einem Zeitraum von 30 bis 90 min. 90 bis 180 min. sowie 180 bis 240 min. nach Beginn der Kühlung.

Tabelle 5: Zeitpunkt der Probenentnahme von Schlachttierkörpern der Tierarten Schwein und Rind

Schweineschlachttierkörper					Rinderschlachttierkörper				
Betrieb	Direkt nach Schlachtung	30 - 90 min. gekühlt	90 - 180 min. gekühlt	180 - 240 min. gekühlt	Betrieb	Direkt nach Schlachtung	30 - 90 min. gekühlt	90 - 180 min. gekühlt	180 - 240 min. gekühlt
A					A				
B					B				
C					C				
D					D				
E					E				
F					F				
G					G				
H					H				
I					I				
J					J				
K					K				
L					L				
M					M				
N									
O									
					P				
1									
2					Q				
3									
4									
5									
6									
7									
8					R				
9					S				
10									
11					T				

Jede Probenentnahme umfasste bei den Schweinen fünf Schlachttierkörper pro Entnahmetag. Bei den Rindern variierte die Anzahl beprobter Schlachttierkörper je nach Betrieb und Schlachtzahlen. Nur in den Betrieben G, I, M und P waren regelmässig fünf Tiere pro Entnahmetag verfügbar, in den anderen Betrieben wurden die jeweils vorhandenen Schlachttierkörper (minimal 1; maximal 5) beprobt.

An den vier Entnahmestellen einer Schlachttierkörperhälfte wurden jeweils 5 cm² grosse Flächen mittels einer Stanze (Ø 2.5 cm) perforiert und die entstandene Scheibe mittels Schere und Pinzette unter Vermeidung von Kontaminationen entnommen. Die Dicke der Gewebeproben betrug maximal 5 mm. Zwischen jedem Arbeitsgang wurden die Entnahmegeräte mittels alkoholgetränkten Gazetupfern gereinigt und mittels Lötlampe (SOUDOGAZ X 2000 PZ; Camping Gaz International ADG, St. Genis Laval, F) abgeflammt. Die Gewebeprobe jeder Entnahmestelle wurde unter Vermeidung von Kontaminationen in einen Stomacherbeutel (Stomacher 80 bag, Seward Ltd., London, UK) verbracht, der mit Bostich verschlossen wurde.

Die Proben wurden entsprechend den Angaben auf dem Entnahmeprotokoll eindeutig gekennzeichnet. In diesem Protokoll wurden jeweils der Betrieb, die Tierart, Nummer und Lokalisation jeder Probe am Schlachttierkörper, Datum und Uhrzeit der Probenentnahme festgehalten. Der Transport und die Lagerung erfolgten gekühlt.

4.3. Mikrobiologische Untersuchung

Die Aufbereitung der Proben für die mikrobiologische Untersuchung erfolgte am Morgen nach der Entnahme. Zu jeder Probe (Einzelstelle) wurden 10 ml 0.1% Pepton + 0.85% NaCl-Lösung hinzugefügt und diese anschliessend während 60 s in einem Stomacher (Stomacher Lab Blender 80 BA 7020, Seward Ltd.) homogenisiert.

Für die Keimzahlbestimmung wurde das Spiralplaterverfahren angewendet (Eddy Jet, IUL SA, Barcelona, E). Die durchmischte, unverdünnte Probe wurde in einen Einweg-Probebecher gefüllt und anschliessend durch den Spiralplater aufgesogen. Durch die Abgabe von 50 µl der Probenflüssigkeit auf die Oberfläche der sich drehenden Agarplatten entstand eine spiralförmige Impflinie. Nach dem Ansatz jeder Probe wurde die Pipette des Spiralplaters automatisch ersetzt.

4.3.1. Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ) und *Enterobacteriaceae*

Die Bestimmung der GKZ erfolgte auf Plate-Count-Agar (PC-Agar, Oxoid Ltd., Hampshire, UK) nach aerober Inkubation während 72 h bei 30°C. Die Zahl an *Enterobacteriaceae* wurde auf Violet-Red-Bile Glucose-Agar (VRBG-Agar, BBL, Cockeysville, Md., USA) nach einer Bebrütung unter anaeroben Verhältnissen während 48 h bei 30°C bestimmt.

Die Auswertung der bebrüteten Platten erfolgte durch Auszählen der KBE mit einem Koloniezählgerät (Colony Counter CNW-325, Sanyo Gallenkamp PLC, Leicestershire, UK). Falls zu viel Wachstum vorlag, wurden auf den Platten Sektoren unterschiedlicher Grösse mit Hilfe von Sektorschablonen ausgezählt. Da die Menge der ausgestrichenen Probensuspension insgesamt sowie in den einzelnen Sektoren bekannt war (Tabelle 6), liess sich die Keimzahl aus der Anzahl der pro Sektor gewachsenen KBE anhand der unten aufgeführten Formel berechnen. Die Nachweisgrenze lag bei 4.0×10^1 KBE cm⁻².

Formel zur Berechnung der KBE cm⁻² bei Einsatz der Sektorschablonen:

$$\text{Anzahl KBE cm}^{-2} = \frac{F}{A \times m}$$

- A: mittels destruktiver Technik beprobte Fläche pro Entnahmestelle in cm² (5 cm²)
- F: Menge zugesetzter Verdünnungsflüssigkeit pro Probe in ml (10 ml 0.1% Pepton + 0.85% NaCl-Lösung)
- m: ausgestrichene Probensuspension in den einzelnen Sektoren in ml

Zur Auszählung gelangten auf dem PC-Agar alle Kolonien und auf dem VRBG-Agar violette Kolonien mit einem Durchmesser >0.5 mm.

Tabelle 6: Menge der ausgestrichenen Probensuspension in den einzelnen Sektoren zur Berechnung der Anzahl KBE cm⁻²

Sektorschablone	Probensuspension
0	0.0500 ml
4a	0.0250 ml
4b	0.0208 ml
4c	0.0167 ml
3a	0.0125 ml
3b	0.0083 ml
3c	0.0042 ml

4.4. Auswertung der Resultate

Die ermittelten Keimzahl-Ergebnisse der Entnahmestellen wurden als KBE cm⁻² angeben, in log₁₀-Werte transformiert und als Prozesskontrolldiagramme dargestellt. Für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) wurden die Mittelwerte berechnet und diese logarithmiert. Bei den *Enterobacteriaceae* wurde die Nachweishäufigkeit an den einzelnen Entnahmestellen sowie für die Schlachttierkörper („positiv“ beim *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf einer der vier Entnahmestellen) ermittelt. Die Auswertung erfolgte getrennt für jede Tierart (Schwein, Rind).

Zum Vergleich von Keimzahlen eignen sich grundsätzlich der Mittelwert der logarithmierten Ergebnisse (\bar{x}), der berechnete logarithmierte Mittelwert (log₁₀A) und die logarithmierte summierte Keimzahl (log₁₀N) (Gill und Jones, 2000). Wenn auch gewöhnlich \bar{x} -Werte verglichen werden, hat sich die Verwendung von log₁₀A-Werten beim Vorliegen grosser Streuungen und von log₁₀N-Werten bei mehr als 20% an Ergebnissen unter der Nachweisgrenze als geeigneter erwiesen (Gill et al., 1998a; Gill und Jones, 2006). Bei Nachweisraten >80% wurden daher der Mittelwert der log₁₀-Werte cm⁻² (\bar{x}) und die Standardabweichung (s) sowie log₁₀A cm⁻² gemäss der Formel $\log_{10}A = \ln 10 \cdot s^2 / 2$ berechnet (Kilsby und Pugh, 1981).

Da die Berechnung von \bar{x} respektive $\log_{10}A$ eine Normalverteilung der Ergebnisse voraussetzt, wurde bei Nachweisraten $<80\%$ der $\log_{10}N$ -Wert durch Logarithmieren der summierten Keimzahlen cm^{-2} berechnet (Gill und Jones, 2000; McEvoy et al., 2004). Bei der Bewertung solcher Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass nur Unterschiede $>0.5 \log_{10}$ -Stufen (\bar{x}) respektive $>1.0 \log_{10}$ -Stufen ($\log_{10}A$, $\log_{10}N$) von praktischer Bedeutung sind (Jarvis, 1989; Gill und McGinnis, 1999).

Zum Vergleich der Resultate zwischen den Betrieben wurden die GKZ-Ergebnisse als Boxplot dargestellt. Diese Darstellung ermöglicht eine einfache Ablesung des Medians, der Quartile (50%-Bereich, Quartilsabstand), des 10. und 90. Percentils (80%-Bereich), der Form der Verteilung, in Form des „notched box plot“ des 95%-Vertrauensintervalls sowie der Extremwerte (Eggenberger und Thun, 1984). Zudem wurden die GKZ-Ergebnisse von Schlachttierkörpern ausgewählter Betriebe sowie betriebsübergreifend als Verlaufskurven dargestellt. Analog wurde bei den *Enterobacteriaceae* der Verlauf der Anteile positiver Proben dargestellt.

Im Rahmen der statistischen Prozesslenkung wurden bei konstantem Probenumfang pro Entnahmetag die Grenzlinien von Mittelwert-Qualitätsregelkarten berechnet (Anonym, 1995; Hildebrandt und Böhmer, 1996). Die oberen und unteren Eingriffsgrenzen (OEG, UEG) sowie die oberen und unteren Warngrenzen (OWG, UWG) wurden für Zufallsstrebereiche von 95% respektive 80% ermittelt (Tabelle 7), welche sich für die Verifikation der Schlachthygiene als geeignet erwiesen haben (Dura et al., 1999; Zweifel et al., 2003b).

Tabelle 7: Formeln zur Berechnung der Grenzlinien von Mittelwert-Qualitätsregelkarten bei Zufallsstrebereichen von 80% und 95%

		Mittelwert-QRK
Obere Eingriffsgrenze	OEG	$\mu + u_{0.975} \cdot \sigma_x$
Obere Warngrenze	OWG	$\mu + u_{0.900} \cdot \sigma_x$
Untere Warngrenze	UWG	$\mu + u_{0.100} \cdot \sigma_x$
Untere Eingriffsgrenze	UEG	$\mu + u_{0.025} \cdot \sigma_x$

μ	Prozessmittelwert, geschätzt durch den arithmetischen Mittelwert der Keimzahl-Ergebnisse
σ_x	Standardfehler der Stichprobenmittelwerte; $\sigma_x = \sigma / \sqrt{n}$, wobei σ die Prozessstandardabweichung der Einzelwerte, geschätzt durch die Standardabweichung (s), darstellt
$u_{1-\alpha}$	Oberes bzw. unteres α -Quantil der Standardnormalverteilung Warngrenzen: 80%-Zufallsstreubereich ($u_{0.900}$; $u_{0.100}$) Eingriffsgrenzen: 95%-Zufallsstreubereich ($u_{0.975}$; $u_{0.025}$)
n	Stichprobenumfang (n=5)

4.4.1. Statistische Auswertung

Die Ergebnisse wurden unter Anwendung der statistischen Software Stat View 4.02 (Abacus Concepts Inc., Berkeley, Calif., USA) getrennt für Rinder- und Schweineschlachttierkörper analysiert. Das Signifikanzniveau wurde grundsätzlich auf $\alpha=0.05$ festgelegt.

Zur Evaluation von signifikanten Unterschieden in den GKZ-Ergebnissen zwischen den Betrieben sowie zwischen den Entnahmestellen innerhalb der Betriebe wurde eine Varianzanalyse (Analysis of Variance, ANOVA) und bei signifikantem Ergebnis der Bonferroni Folgetest für Paarvergleiche durchgeführt.

Unterschiede in der *Enterobacteriaceae*-Nachweishäufigkeit zwischen den Betrieben, zwischen den Entnahmestellen innerhalb der Betriebe sowie zwischen den „Saisonabschnitten“ (Schweineschlachttierkörper, Teilprojekt 3) wurden mittels Chi-Quadrat-Test auf Signifikanz geprüft. Falls dabei ein erwarteter Wert in der Kontingenztafel <5 lag, wurde der Test von Fisher (Fisher's exact test) verwendet.

Von der Saison (Schweineschlachttierkörper, Teilprojekt 3) respektive vom *Enterobacteriaceae*-Nachweis abhängige Unterschiede in den GKZ-Ergebnissen innerhalb der Betriebe wurden mit dem t-Test analysiert.

5. Ergebnisse

5.1. Schweineschlachttierkörper: Mikrobiologische Untersuchungen von Schlachttierkörpern aus 15 Kleinbetrieben über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

Grundsätzlich erfolgte die Auswertung der mikrobiologischen Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen (Hals, Brust, Rücken, Schinken) sowie zusammengefasst nach Schlachttierkörper (GKZ: Berechnung des Mittelwerts der Entnahmestellen, dieser anschliessend in \log_{10} -Wert transformiert, „berechnete vertikale Poolprobe“; *Enterobacteriaceae*: „positiv“ bei *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf einer der vier Entnahmestellen). In allen Betrieben dominierte auf den Schlachttierkörpern eine Flora von grampositiven Kokken. Einzelne wiesen allerdings eine von Pseudomonaden dominierte Flora auf. Das Vorkommen von aeroben Sporenbildnern der Gattung *Bacillus* spp. auf einzelnen Schlachttierkörpern erwies sich für die Auswertung als problematisch, da diese oftmals den ganzen Nährboden überwucherten.

5.1.1. Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)

5.1.1.1. Vergleich der GKZ-Ergebnisse zwischen den Betrieben

Aufgeschlüsselt nach den Entnahmestellen schwankte der Mittelwert der logarithmierten GKZ-Ergebnisse (\bar{x}) und der berechnete logarithmierte Mittelwert ($\log_{10}A$) insgesamt von 1.8 bis 4.4 \log_{10} KBE cm^{-2} respektive von 2.0 bis 4.7 \log_{10} KBE cm^{-2} (Tabelle 8). Die höchsten Werte (\bar{x} , $\log_{10}A$; \log_{10} KBE cm^{-2}) wurden (i) am Hals im Betrieb A (4.4, 4.6), (ii) an der Brust im Betrieb A (4.2, 4.4), (iii) am Rücken im Betrieb L (4.0, 4.7) und (iv) am Schinken in den Betrieben G (3.7, 4.0) und L (3.5, 4.4) gefunden.

Im Gegensatz dazu lagen die niedrigsten Werte (\bar{x} , $\log_{10}A$; \log_{10} KBE cm⁻²) am Hals in den Betrieben I (2.5, 2.8) und J (2.4, 2.8) sowie an den anderen Entnahmestellen jeweils im Betrieb O (Brust: 1.8, 2.0; Rücken: 2.0, 2.1; Schinken: 1.8, 2.0) vor.

Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) wurden die höchsten Werte (\bar{x} , $\log_{10}A$; \log_{10} KBE cm⁻²) im Betrieb A (4.2, 4.3), gefolgt vom Betrieb L (4.0, 4.3) nachgewiesen, während die niedrigsten Werte im Betrieb O (2.4, 2.8), gefolgt vom Betrieb I (2.8, 3.0) vorlagen (Tabelle 8).

Zum direkten Vergleich der GKZ-Ergebnisse zwischen den Betrieben wurden die Keimzahlen, aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen sowie zusammengefasst nach Schlachttierkörper, als Boxplot dargestellt (Abbildungen 5 bis 9).

Die Mediane der GKZ-Ergebnisse (\log_{10} KBE cm⁻²) schwankten in den Betrieben A bis O am Hals von 2.3 (J) bis 4.4 (A), an der Brust von 1.6 (O) bis 4.3 (A), am Rücken von 1.9 (O) bis 4.0 (L, N), am Schinken von 1.6 (O) bis 3.8 (G) sowie zusammengefasst nach Schlachttierkörper von 2.2 (O) bis 4.3 (A). Die Streuung, der 80%-Bereich sowie der Quartilsabstand (50%-Bereich) beliefen sich in den 15 Betrieben (A bis O) (i) am Hals auf 1.8 (A) bis 3.7 \log_{10} -Stufen (D), 1.2 (A) bis 2.5 \log_{10} -Stufen (F) respektive 0.5 (A) bis 1.4 \log_{10} -Stufen (O), (ii) an der Brust auf 1.2 (O) bis 3.6 \log_{10} -Stufen (F), 0.7 (O) bis 2.9 \log_{10} -Stufen (F) respektive 0.4 (A) bis 1.5 \log_{10} -Stufen (F), (iii) am Rücken auf 1.7 (O) bis 3.9 \log_{10} -Stufen (L), 0.9 (O) bis 2.9 \log_{10} -Stufen (M) respektive 0.6 (A, O) bis 1.6 \log_{10} -Stufen (M), (iv) am Schinken auf 1.7 (O) bis 3.6 \log_{10} -Stufen (D, L), 0.7 (O) bis 2.5 \log_{10} -Stufen (F) respektive 0.3 (O) bis 1.5 \log_{10} -Stufen (E, F) sowie (v) zusammengefasst nach Schlachttierkörper auf 1.3 (A) bis 2.9 \log_{10} -Stufen (D), 0.8 (A) bis 2.1 \log_{10} -Stufen (D) respektive 0.5 (A, G, I, K) bis 1.1 \log_{10} -Stufen (D).

Die ANOVA zeigte signifikante Unterschiede in den GKZ-Ergebnissen zwischen den Betrieben ($p < 0.05$). Im Bonferroni Folgetest erwiesen sich die Unterschiede am Hals für 53 (50.5%), an der Brust für 59 (56.2%), am Rücken für 58 (55.2%), am Schinken für 47 (44.8%) und bei der nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung für 62 (59.0%) der 105 Paarvergleiche als signifikant ($p < 0.05$).

Tabelle 8: GKZ-Ergebnisse (\log_{10} KBE cm^{-2}) von Schweineschlachtierkörpern aus 15 Kleinbetrieben der Schweiz (Dez. 05 bis Mai 06)

	n	Hals			Brust			Rücken			Schinken			„Tierkörper“		
		x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$
Betrieb A	50	4.35	0.46	4.59	4.23	0.37	4.39	3.89	0.48	4.16	3.31	0.77	3.99	4.20	0.30	4.30
Betrieb B	50	2.84	0.59	3.24	2.75	0.78	3.45	2.99	0.67	3.51	2.68	0.71	3.26	3.08	0.47	3.33
Betrieb C	50	2.66	0.66	3.16	2.68	0.51	2.98	2.82	0.61	3.25	2.97	0.75	3.62	3.03	0.51	3.33
Betrieb D	50	2.90	0.80	3.64	2.96	0.87	3.83	3.29	0.89	4.20	2.46	0.83	3.25	3.24	0.76	3.91
Betrieb E	50	2.81	0.75	3.46	2.38	0.66	2.88	2.82	0.66	3.32	2.45	0.94	3.47	2.96	0.60	3.37
Betrieb F	50	3.08	0.86	3.93	2.97	0.96	4.03	3.54	0.80	4.28	2.95	0.91	3.90	3.58	0.57	3.95
Betrieb G	50	3.70	0.61	4.13	3.36	0.64	3.83	3.63	0.53	3.95	3.65	0.58	4.04	3.81	0.38	3.98
Betrieb H	50	3.20	0.67	3.72	3.03	0.84	3.84	2.99	0.65	3.48	2.53	0.73	3.14	3.26	0.56	3.62
Betrieb I	50	2.49	0.50	2.78	2.27	0.59	2.67	2.83	0.64	3.30	2.62	0.59	3.02	2.80	0.44	3.02
Betrieb J	50	2.36	0.62	2.80	2.78	0.56	3.14	3.48	0.61	3.91	2.23	0.77	2.91	3.16	0.52	3.47
Betrieb K	50	2.74	0.61	3.17	2.56	0.65	3.05	3.07	0.54	3.41	2.31	0.60	2.72	2.92	0.43	3.13
Betrieb L	50	3.62	0.63	4.08	3.36	0.77	4.04	4.03	0.77	4.71	3.53	0.85	4.36	3.99	0.52	4.30
Betrieb M	50	2.64	0.76	3.31	2.45	0.69	3.00	3.09	0.97	4.17	2.31	0.57	2.68	2.97	0.66	3.47
Betrieb N	50	3.77	0.59	4.17	3.27	0.63	3.73	4.01	0.55	4.36	3.25	0.80	3.99	3.83	0.45	4.06
Betrieb O	50	2.61	0.83	3.40	1.83	0.32	1.95	1.95	0.41	2.14	1.80	0.36	1.95	2.39	0.56	2.75
Betriebs- übergreifend	750	3.05	0.86	3.90	2.86	0.87	3.73	3.22	0.85	4.05	2.74	0.90	3.67	3.28	0.71	3.86

x, Mittelwert \log_{10} KBE cm^{-2} ; s, Standardabweichung der \log_{10} -Werte; $\log A$, berechneter \log_{10} Mittelwert cm^{-2} ($\log A = x + \ln 10 \cdot s^2 / 2$)

Grundsätzlich liessen sich für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung folgende Feststellungen treffen (Tabelle 9):

- Die GKZ-Ergebnisse aus dem Betrieb A lagen zumeist signifikant höher als diejenigen aus den anderen Betrieben ($p < 0.05$).
- Die Werte der Betriebe F, G, L und N unterschieden sich zumeist signifikant von denjenigen der übrigen Betriebe ($p < 0.05$). Dabei lagen die Werte auf einem tieferen Niveau als im Betrieb A, übertrafen aber die Ergebnisse der anderen Betriebe.
- Die im Vergleich zu allen Betrieben niedrigsten Ergebnisse wurden im Betrieb O nachgewiesen ($p < 0.05$).
- Die Ergebnisse der übrigen Betriebe bildeten das „Mittelfeld“, wobei innerhalb dieser Gruppe die Werte des Betriebes H eher höher und diejenigen des Betriebes I eher tiefer lagen.

Tabelle 9: Bonferroni-Paarvergleiche der GKZ-Ergebnisse von Schweine-schlachttierkörpern aus 15 Kleinbetrieben (n=50 pro Betrieb)

Betriebe	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	-	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	S
B	S	-	N	N	N	S	S	N	N	N	N	S	N	S	S
C	S	N	-	N	N	S	S	N	N	N	N	S	N	S	S
D	S	N	N	-	N	N	S	N	S	N	N	S	N	S	S
E	S	N	N	N	-	S	S	N	N	N	N	S	N	S	S
F	S	S	S	N	S	-	N	N	S	S	S	S	S	N	S
G	S	S	S	S	S	N	-	S	S	S	S	N	S	N	S
H	S	N	N	N	N	N	S	-	S	N	N	S	N	S	S
I	S	N	N	S	N	S	S	S	-	N	N	S	N	S	S
J	S	N	N	N	N	S	S	N	N	-	N	S	N	S	S
K	S	N	N	N	N	S	S	N	N	N	-	S	N	S	S
L	N	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	-	S	N	S
M	S	N	N	N	N	S	S	N	N	N	N	S	-	S	S
N	N	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	N	S	-	S
O	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-

N, nicht signifikant; S, signifikant

5.1.1.2. Vergleich der GKZ-Ergebnisse der Entnahmestellen

Der Vergleich der GKZ-Ergebnisse der Probenentnahmestellen (Hals, Brust, Rücken, Schinken) zeigte, dass die durchschnittlich höchsten Werte (\bar{x}) in 10 Betrieben (B, D, E, F, I, J, K, L, M, N) am Rücken, in vier Betrieben (A, G, H, O) am Hals und in einem Betrieb (C) am Schinken nachgewiesen wurden, während die durchschnittlich niedrigsten Werte in 10 Betrieben (A, B, D, F, H, J, K, M, N, O) am Schinken, in vier Betrieben (E, G, I, L) an der Brust sowie in einem Betrieb (C) am Hals vorlagen (Tabelle 8). Bei Betrachtung der $\log_{10}A$ -Werte ergab sich zumeist ein kongruentes Bild. Betriebsübergreifend wiesen der Rücken die höchsten und der Schinken die tiefsten Durchschnittswerte auf.

Die ANOVA zeigte, mit Ausnahme der Betriebe B und C, signifikante Unterschiede in den GKZ-Ergebnissen ($p < 0.05$). Im Bonferroni Folgetest (Tabelle 10) unterschieden sich insbesondere die Ergebnisse von Rücken und Schinken sowie Brust und Rücken signifikant ($p < 0.05$). Auffallend waren insbesondere die Betriebe A und J, in welchen sich die GKZ in jeweils fünf der sechs Paarvergleiche signifikant unterschieden ($p < 0.05$). Betriebsübergreifend unterschieden sich die GKZ in allen Vergleichen, ausser der Kombination Brust - Schinken, signifikant ($p < 0.05$).

Tabelle 10: Signifikante Unterschiede zwischen den GKZ-Ergebnissen der Entnahmestellen von Schweineschlachttierkörpern aus 15 Kleinbetrieben (Betriebe A bis O; ANOVA, Bonferroni)

Entnahmestelle	Hals	Brust	Rücken	Schinken
Hals	-	E, G, J, N, O	A, J, K, L, O	A, E, H, K, N, O
Brust	E, G, J, N, O	-	A, E, F, I, J, K, L, M, N	A, G, H, I, J
Rücken	A, J, K, L, O	A, E, F, I, J, K, L, M, N	-	A, D, E, F, H, J, K, L, M, N
Schinken	A, E, H, K, N, O	A, G, H, I, J	A, D, E, F, H, J, K, L, M, N	-

Die Streuung der durchschnittlichen Keimbelastung (\bar{x}) zwischen den Lokalisationen schwankte innerhalb der Betriebe von 0.3 (B, C) bis 1.3 \log_{10} -Stufen (J). Diese Streuung belief sich in vier, neun und zwei Betrieben auf <0.5 (B, C, E, G), 0.5 bis 1.0 (D, F, H, I, K, L, M, N, O) respektive >1.0 \log_{10} -Stufen (A, J). Betriebsübergreifend schwankten die Unterschiede von 0.1 bis 0.5 \log_{10} -Stufen.

5.1.1.3. Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005

Gemäss den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und der Anleitung des BVET „zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben“ wurden die Ergebnisse als „befriedigend“, „akzeptabel“ oder „unbefriedigend“ beurteilt. Der prozentuale Anteil akzeptabler und unbefriedigender Ergebnisse an der Gesamtprobenzahl ist in Tabelle 11 aufgeführt. Zur graphischen Verdeutlichung wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Grenzklinien in den Boxplotdarstellungen (Abbildungen 5 bis 9) eingezeichnet. Zudem wurden von ausgewählten Betrieben (J, L, O) die Verlaufskurven der GKZ-Ergebnisse an den Entnahmestellen (Abbildung 10 bis 12) sowie die Einzelwerte und Tagesdurchschnittswerte der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung zusammen mit den Grenzklinien dargestellt (Abbildungen 13 bis 15). Diese Betriebe stehen beispielhaft für Betriebe mit eher tiefen, durchschnittlichen oder hohen Ergebnissen. Gemäss EU-Verordnung und BVET-Anleitung sind grundsätzlich die Tagesdurchschnittswerte von vertikalen Poolproben zu beurteilen.

Aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen belief sich der Anteil befriedigender Ergebnisse in sechs Betrieben (B, C, E, I, K, O) auf $\geq 90\%$ und in vier Betrieben (D, H, J, M) auf $\geq 80\%$. Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung wurden in acht Betrieben (B, C, E, I, J, K, M, O) $>90\%$ und in zwei Betrieben (D, H) $>80\%$ der Ergebnisse als „befriedigend“ beurteilt. Einzig der Betrieb A zeigte am Hals, der Brust sowie zusammengefasst nach Schlachttierkörper $<30\%$ befriedigende Ergebnisse.

Tabelle 11: Beurteilung der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachtierkörpern aus 15 Kleinbetrieben der Schweiz (Dez. 05 - Mai 06) gemäss den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 (befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$)

Anteil (%) akzeptabler (4.0-5.0 log ₁₀ KBE cm ⁻²) und unbefriedigender (>5.0 log ₁₀ KBE cm ⁻²) Ergebnisse												
n	Hals		Brust		Rücken		Schinken		„Tierkörper“			
	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0		
Betrieb A	50	80.0%	0.0%	0.0%	76.0%	0.0%	42.0%	0.0%	18.0%	0.0%	74.0%	0.0%
Betrieb B	50	0.0%	0.0%	0.0%	4.0%	0.0%	8.0%	0.0%	4.0%	0.0%	4.0%	0.0%
Betrieb C	50	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	0.0%	10.0%	0.0%	6.0%	0.0%
Betrieb D	50	4.0%	2.0%	0.0%	12.0%	0.0%	18.0%	2.0%	4.0%	2.0%	18.0%	0.0%
Betrieb E	50	8.0%	0.0%	0.0%	2.0%	0.0%	2.0%	0.0%	6.0%	2.0%	6.0%	0.0%
Betrieb F	50	10.0%	0.0%	2.0%	18.0%	2.0%	28.0%	2.0%	18.0%	0.0%	22.0%	0.0%
Betrieb G	50	32.0%	0.0%	0.0%	18.0%	0.0%	22.0%	0.0%	30.0%	0.0%	30.0%	0.0%
Betrieb H	50	8.0%	0.0%	10.0%	10.0%	2.0%	6.0%	0.0%	4.0%	0.0%	12.0%	0.0%
Betrieb I	50	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Betrieb J	50	2.0%	0.0%	2.0%	2.0%	0.0%	20.0%	0.0%	6.0%	0.0%	6.0%	0.0%
Betrieb K	50	6.0%	0.0%	2.0%	2.0%	0.0%	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	0.0%
Betrieb L	50	22.0%	2.0%	18.0%	18.0%	0.0%	42.0%	8.0%	26.0%	4.0%	50.0%	4.0%
Betrieb M	50	8.0%	0.0%	4.0%	4.0%	0.0%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.0%	0.0%
Betrieb N	50	32.0%	2.0%	12.0%	12.0%	0.0%	46.0%	2.0%	24.0%	0.0%	40.0%	0.0%
Betrieb O	50	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Betriebs- übergreifend	750	14.4%	0.4%	11.9%	11.9%	0.3%	17.7%	0.9%	10.0%	0.5%	18.4%	0.3%

An den einzelnen Entnahmestellen schwankte der Anteil befriedigender Ergebnisse von 20% bis 100%. Der geringste Anteil befriedigender Ergebnisse wurde an Hals und Brust im Betrieb A (20% respektive 24%), am Rücken im Betrieb L (50%) und am Schinken in den Betrieben G und L (70%) nachgewiesen. Oftmals wurde der geringste Anteil befriedigender Ergebnisse an Rücken (B, D, F, I, J, L, M, N) und Hals (A, E, G, K, O) nachgewiesen. Betriebsübergreifend lag der Anteil befriedigender Ergebnisse zwischen 81.4% (Rücken) und 89.5% (Schinken).

Unbefriedigende Ergebnisse wurden sowohl an den Entnahmestellen wie auch in der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung nur vereinzelt gefunden.

5.1.1.4. Betriebsübergreifende Auswertung der GKZ-Ergebnisse (Schlachttierkörper)

Die betriebsübergreifende Darstellung der nach Schlachttierkörper zusammengefassten GKZ-Ergebnisse („berechnete vertikale Poolprobe“) in Form einer „Verlaufskurve“ (Einzelwerte, Tagesdurchschnittswerte: Mittelwert von jeweils fünf Schlachttierkörpern) erlaubt es, Unterschiede zwischen den Betrieben zu erkennen (Abbildungen 16 und 17).

Betriebsübergreifend lag der 50. Percentil (Median) bei $3.2 \log_{10}$ KBE cm^2 . Der 95%-, 80%- und 50%-Bereich (Quartilsabstand) belief sich bei den Einzelwerten auf 2.7, 1.9 sowie $1.1 \log_{10}$ -Stufen und bei den Tagesdurchschnittswerten auf 2.1, 1.7 sowie $0.9 \log_{10}$ -Stufen (Tabelle 12).

Zudem wurden die betriebsübergreifenden GKZ-Ergebnisse der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung nach den Vorgaben der Verordnung (EG) 2073/2005 und der Anleitung des BVET beurteilt. Dabei lag der Anteil befriedigender, akzeptabler und unbefriedigender Ergebnisse für die Einzelwerte bei 81.3%, 18.4% und 0.3% sowie für die Tagesdurchschnittswerte bei 86.0%, 14.0% und 0.0%.

Tabelle 12: Betriebsübergreifende Percentile der GKZ-Ergebnisse (Einzelwerte, Tagesdurchschnittswerte) von Schweineschlachttierkörpern aus 15 Kleinbetrieben (A bis O)

	Einzelergebnisse	Tagesdurchschnittswerte
2.5. Percentil	1.90	2.25
10. Percentil	2.34	2.52
25. Percentil	2.74	2.85
50. Percentil	3.22	3.22
75. Percentil	3.86	3.75
90. Percentil	4.26	4.19
97.5. Percentil	4.59	4.35

5.1.1.5. Grenzklinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten (QRK) der GKZ-Ergebnisse (Schlachttierkörper)

Basierend auf der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) wurden für die GKZ-Ergebnisse der einzelnen Betriebe die Grenzklinien für betriebsspezifische Mittelwert-QRK berechnet. Im Vergleich zwischen den Betrieben zeigten sich deutliche Unterschiede in der Lage dieser Grenzklinien. Die höchsten oberen Grenzklinien wurden im Betrieb A, gefolgt vom Betrieb L, und die niedrigsten oberen Grenzklinien im Betrieb O, gefolgt vom Betrieb I, festgestellt (Tabelle 13).

Drei Beispiele betriebsspezifischer Mittelwert-QRK (Betriebe J, L, O) sind in den Abbildungen 18 bis 20 aufgeführt. Diese Betriebe stehen beispielhaft für Betriebe mit eher tiefen, durchschnittlichen oder hohen GKZ-Ergebnissen. Im Betrieb O lagen die gleichmässigsten Ergebnisse vor und mit Ausnahme der Werte 3 und 6 lagen alle innerhalb der Grenzklinien. Demgegenüber wurde in den Betrieben J und L die oberen Grenzklinien jeweils dreimal überschritten (Betrieb J: Werte 6, 7, 10; Betrieb L: Werte 2, 6, 9).

Tabelle 13: Grenzlinien von Mittelwert-Qualitätsregelkarten der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern der Betriebe A bis O (Anzahl beprobter Schlachttierkörper pro Betrieb: n=50)

	OEG	UEG	OWG	UWG	μ
Betrieb A	4.40	4.00	4.33	4.07	4.20
Betrieb B	3.49	2.67	3.35	2.81	3.08
Betrieb C	3.40	2.66	3.27	2.79	3.03
Betrieb D	3.67	2.81	3.52	2.96	3.24
Betrieb E	3.38	2.54	3.23	2.67	2.96
Betrieb F	4.02	3.14	3.87	3.29	3.58
Betrieb G	4.10	3.52	4.00	3.62	3.81
Betrieb H	3.72	2.80	3.56	2.96	3.26
Betrieb I	3.15	2.45	3.03	2.57	2.80
Betrieb J	3.50	2.82	3.38	2.94	3.16
Betrieb K	3.20	2.64	3.10	2.74	2.92
Betrieb L	4.34	3.64	4.22	3.76	3.99
Betrieb M	3.32	2.62	3.20	2.74	2.97
Betrieb N	4.08	3.58	3.99	3.67	3.83
Betrieb O	2.86	1.92	2.70	2.08	2.39

OEG: obere Eingriffsgrenze
 UEG: untere Eingriffsgrenze
 μ : Prozessmittelwert

OWG: obere Warngrenze
 UWG: untere Warngrenze

5.1.2. *Enterobacteriaceae*

5.1.2.1. Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse der Betriebe

Der Anteil der Entnahmestellen sowie Schlachttierkörper, auf welchen *Enterobacteriaceae* nachgewiesen wurden, schwankte von 0.0% bis 44.0% respektive 2.0% bis 56.0% (Abbildung 21). Von vier ausgewählten Betrieben (G, J, L, O) wurde zusätzlich der Verlauf der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate über den Probenentnahmezeitraum (Dez. 05 - Mai 06) aufgeführt (Abbildungen 22 bis 25). Diese Betriebe stehen beispielhaft für Betriebe mit eher tiefen, durchschnittlichen oder hohen Ergebnissen.

Aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen wurden die höchsten Nachweisraten (i) am Hals im Betrieb L (14.0%), gefolgt von den Betrieben G, H und N (12.0%), (ii) an der Brust im Betrieb N (22.0%), gefolgt von den Betrieben G, L und M (10.0%), (iii) am Rücken im Betrieb N (32.0%), gefolgt vom Betrieb D (24.0%), und (iv) am Schinken im Betrieb G (44.0%), gefolgt vom Betrieb N (28.0%), gefunden (Tabelle 14). Im Gegensatz dazu lagen die niedrigsten Werte jeweils im Betrieb O vor.

Bei den Schlachttierkörpern wurden in zwei Betrieben Nachweisraten >50% (G, N), in sechs Betrieben Nachweisraten zwischen 20% und 50% (A, B, C, D, J, L) sowie in sieben Betrieben Nachweisraten <20% (E, F, H, I, K, M, O) nachgewiesen (Tabelle 14).

Zwischen den Betrieben erwiesen sich die Unterschiede in den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten am Hals für 1 (1.0%), an der Brust für 15 (14.3%), am Rücken für 34 (32.4%), am Schinken für 37 (35.2%) sowie bei den Schlachttierkörpern für 50 (47.6%) der 105 Paarvergleiche als signifikant ($p < 0.05$).

An Brust, Rücken und Schinken zeigte der Betrieb N zumeist signifikant höhere und der Betrieb O signifikant tiefere Nachweisraten als die anderen Betriebe ($p < 0.05$). Auffallend waren zudem die erhöhten Werte am Rücken im Betrieb D sowie am Schinken in den Betrieben C und G im Vergleich zu den anderen Betrieben ($p < 0.05$).

Tabelle 14: *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern aus 15 Kleinbetrieben der Schweiz (Dez. 05 bis Mai 06)

	n	Hals			Brust			Rücken			Schinken			Tierkörper	
		Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)
Betrieb A	50	4	(8.0)	2.08	2.30	4	(8.0)	2.86	2.92	5	(10.0)	1.90	2.38	2	(4.0)
Betrieb B	50	4	(8.0)	2.45	2.60	4	(8.0)	2.20	2.45	4	(8.0)	1.90	2.80	5	(10.0)
Betrieb C	50	2	(4.0)	2.08	2.20	0	(0.0)	-	-	9	(18.0)	3.18	3.31	10	(20.0)
Betrieb D	50	5	(10.0)	3.81	3.84	4	(8.0)	2.30	2.56	12	(24.0)	3.08	3.44	5	(10.0)
Betrieb E	50	3	(6.0)	3.02	3.17	2	(4.0)	2.30	2.38	1	(2.0)	1.90	1.90	2	(4.0)
Betrieb F	50	2	(4.0)	1.90	2.08	2	(4.0)	2.38	2.45	3	(6.0)	1.90	2.20	1	(2.0)
Betrieb G	50	6	(12.0)	3.00	3.15	5	(10.0)	1.90	2.51	9	(18.0)	2.86	3.08	22	(44.0)
Betrieb H	50	6	(12.0)	2.08	2.51	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	-	-	1	(2.0)
Betrieb I	50	1	(2.0)	1.90	1.90	1	(2.0)	1.60	1.60	2	(4.0)	1.60	1.90	3	(6.0)
Betrieb J	50	2	(4.0)	1.60	1.90	3	(6.0)	1.90	2.20	8	(16.0)	2.56	3.09	2	(4.0)
Betrieb K	50	3	(6.0)	2.20	2.38	1	(2.0)	1.60	1.60	3	(6.0)	2.30	2.45	1	(2.0)
Betrieb L	50	7	(14.0)	2.30	2.72	5	(10.0)	1.90	2.45	5	(10.0)	3.24	3.29	2	(4.0)
Betrieb M	50	4	(8.0)	1.90	2.30	5	(10.0)	1.90	2.38	3	(6.0)	2.45	2.60	2	(4.0)
Betrieb N	50	6	(12.0)	2.45	2.72	11	(22.0)	2.56	2.98	16	(32.0)	2.90	3.45	14	(28.0)
Betrieb O	50	1	(2.0)	1.60	1.60	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)
Betriebs- übergreifend	750	56	(7.5)	3.81	4.10	47	(6.3)	2.86	3.61	80	(10.7)	3.24	4.18	72	(9.6)

Pos%, Prozentualer Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Proben; Max, Maximum (\log_{10} KBE cm^{-2}); logN, \log_{10} der summierten Keimzahlen cm^{-2}

Beim *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf den Schlachttierkörpern (Tabelle 15) lagen die Werte der Betriebe G und N zumeist signifikant höher als diejenigen der anderen Betriebe ($p < 0.05$). Zudem zeigte auch der Betrieb D eher erhöhte Ergebnisse, während im Betrieb O die niedrigsten Nachweisraten vorlagen ($p < 0.05$).

Quantitativ schwankten die *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Werten unterhalb der Nachweisgrenze bis $3.81 \log_{10} \text{ KBE cm}^{-2}$ (Tabelle 14). Die *Enterobacteriaceae*-Zahlen positiver Proben lagen überwiegend zwischen der Nachweisgrenze und $2.0 \log_{10} \text{ KBE cm}^{-2}$. Von den insgesamt 3'000 Proben überstiegen 65 den Wert von $2.0 \log_{10} \text{ KBE cm}^{-2}$, wobei lediglich acht Proben aus den Betrieben C ($n=2$), D ($n=3$), E ($n=1$), G ($n=1$) und L ($n=1$) über $3.0 \log_{10} \text{ KBE cm}^{-2}$ lagen. Die Berechnung von \bar{x} oder $\log_{10} A$ setzt eine Normalverteilung der Ergebnisse voraus. Da die Nachweisraten stets $< 80\%$ lagen, wurde alternativ $\log_{10} N$ ermittelt (Tabelle 14). Die höchsten $\log_{10} N$ -Werte wurden (i) am Hals im Betrieb D (3.8), (ii) an der Brust im Betrieb N (3.0), (iii) am Rücken im Betrieb N (3.5) und (iv) am Schinken im Betrieb C (3.6) gefunden.

Tabelle 15: Signifikante Unterschiede in den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten von Schweineschlachttierkörpern aus 15 Kleinbetrieben

Betriebe	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	-	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	S	S
B	N	-	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	S	S
C	N	N	-	N	S	S	S	S	S	N	S	N	N	S	S
D	S	S	N	-	S	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S
E	N	N	S	S	-	N	S	N	N	S	N	N	N	S	N
F	N	N	S	S	N	-	S	N	N	N	N	N	N	S	S
G	S	S	S	N	S	S	-	S	S	S	S	S	S	N	S
H	N	N	S	S	N	N	S	-	N	N	N	N	N	S	S
I	N	N	S	S	N	N	S	N	-	N	N	N	N	S	S
J	N	N	N	N	S	N	S	N	N	-	S	N	N	S	S
K	N	N	S	S	N	N	S	N	N	S	-	N	N	S	N
L	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	-	N	S	S
M	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	N	-	S	S
N	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	-	S
O	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	N	S	S	S	-

N, nicht signifikant; S, signifikant

5.1.2.2. Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse der Entnahmestellen

Der Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten der Entnahmestellen (Hals, Brust, Rücken, Schinken) zeigte, dass die höchsten Werte in fünf Betrieben am Rücken (A, D, F, J, N), in jeweils vier Betrieben an Hals (E, H, L, O) und Schinken (B, C, G, I), in einem Betrieb an der Brust (M) und in einem Betrieb an Hals und Rücken (K) nachgewiesen wurden (Tabelle 14). Betriebsübergreifend schwankten die Nachweisraten von 6.3% (Brust) bis 10.7% (Rücken).

In neun der 15 Betriebe (A, B, E, F, I, K, L, M, O) erwiesen sich die Unterschiede in den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten an den Entnahmestellen als nicht signifikant. Im Betrieb C war das Hinterviertel häufiger als das Vorderviertel und in den Betrieben G, H und J jeweils eine Lokalisation (G: Schinken, H: Hals, J: Rücken) häufiger als die anderen Stellen mit *Enterobacteriaceae* kontaminiert ($p < 0.05$), während im Betrieb N am Hals signifikant weniger häufig *Enterobacteriaceae* nachgewiesen wurden ($p < 0.05$). Betriebsübergreifend unterschied sich die Nachweisrate am Rücken signifikant von derjenigen an Hals und Brust und am Schinken signifikant von derjenigen an der Brust ($p < 0.05$).

Die Häufigkeitsverteilungen *Enterobacteriaceae*-positiver Ergebnisse von vier ausgewählten Betrieben (C, G, J, L) sind in den Abbildungen 26 bis 29 aufgeführt. Von den acht Proben mit Keimzahlen $> 3.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} stammten jeweils drei von Hals (D, E, G) und Rücken (C, D, L) sowie zwei vom Schinken (C, D).

Die höchsten $\log_{10}N$ -Werte wurden in sechs Betrieben am Rücken (B, J, K, L, M, N), in vier Betrieben am Hals (D, E, H, O), in drei Betrieben am Schinken (C, G, I) sowie in zwei Betrieben an der Brust (A, F) nachgewiesen (Tabelle 14). Innerhalb der 12 Betriebe, in welchen *Enterobacteriaceae* an allen Lokalisationen gefunden wurden, unterschieden sich die $\log_{10}N$ -Werte um 0.4 (B) bis 1.3 \log_{10} -Stufen (D, E). In sechs Betrieben (B, F, G, K, M, N) lag dieser Unterschied bei $< 1.0 \log_{10}$ -Stufen. Betriebsübergreifend schwankten die $\log_{10}N$ -Werte von 3.6 bis 4.2 \log_{10} KBE cm^{-2} .

5.1.2.3. Gegenüberstellung der GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

Beim Vergleich der GKZ-Ergebnisse mit den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten liessen sich keine eindeutigen Trends erkennen (Abbildungen 30 bis 34; Tabelle 17). Bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse von „Schlachttierkörpern“ wurde bei den GKZ-Ergebnissen die „berechnete vertikale Poolprobe“ verwendet, während bei den *Enterobacteriaceae* der Schlachttierkörper beim Nachweis auf einer der vier Entnahmestellen als „positiv“ gewertet wurde.

Einerseits wurden bei im Vergleich zu den anderen Betrieben höchstem GKZ-Mittelwert (Betrieb A: Hals, Brust, Schlachttierkörper; Betrieb L: Rücken) respektive zweithöchstem GKZ-Mittelwert (Betrieb L: Schinken, Schlachttierkörper) lediglich durchschnittliche *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten gefunden. Einzig am Schinken (Betrieb G) lag der höchste GKZ-Mittelwert bei höchster *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate vor.

Andererseits wurden bei erhöhten *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten eher überdurchschnittliche GKZ-Mittelwerte nachgewiesen. Dies galt im Betrieb N für alle Entnahmestellen sowie für die Schlachttierkörper, im Betrieb G an Hals, Schinken sowie für die Schlachttierkörper und im Betrieb L am Hals. Allerdings wurden im Betrieb C am Schinken und für die Schlachttierkörper sowie im Betrieb D am Rücken und für die Schlachttierkörper bei erhöhten *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten nur durchschnittliche GKZ-Mittelwerte nachgewiesen.

Innerhalb der Betriebe erwies sich die Beziehung zwischen der GKZ-Höhe und dem *Enterobacteriaceae*-Nachweis am Hals in acht Betrieben (D, E, F, H, K, L, M, N), an der Brust in vier Betrieben (B, E, L, N), am Rücken in sieben Betrieben (B, D, J, K, L, M, N), am Schinken in fünf Betrieben (C, D, J, M, N) und für die Schlachttierkörper in acht Betrieben (A, C, D, J, K, L, M, N) als signifikant (t-Test, $p < 0.05$).

Tabelle 17: Mittelwerte der GKZ-Ergebnisse (\log_{10} KBE cm^{-2}) und *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten (% positiv) von Schweineschlachtierkörpern aus 15 Kleinbetrieben der Schweiz (Dez. 05 bis Mai 06)

	Hals			Brust			Rücken			Schinken			"Tierkörper"		
	n	GKZ		Enterobact.		GKZ	Enterobact.		GKZ	Enterobact.		GKZ	Enterobact.		GKZ
		x	positiv	x	positiv		x	positiv		x	positiv		x	positiv	
Betrieb A	50	4.35	8%	4.23	8%	3.89	10%	3.31	4%	4.20	22%	4.20	22%	22%	22%
Betrieb B	50	2.84	8%	2.75	8%	2.99	8%	2.68	10%	3.08	22%	3.08	22%	22%	22%
Betrieb C	50	2.66	4%	2.68	0%	2.82	18%	2.97	20%	3.03	32%	3.03	32%	32%	32%
Betrieb D	50	2.90	10%	2.96	8%	3.29	24%	2.46	10%	3.24	44%	3.24	44%	44%	44%
Betrieb E	50	2.81	6%	2.38	4%	2.82	2%	2.45	4%	2.96	8%	2.96	8%	8%	8%
Betrieb F	50	3.08	4%	2.97	4%	3.54	6%	2.95	2%	3.58	14%	3.58	14%	14%	14%
Betrieb G	50	3.70	12%	3.36	10%	3.63	18%	3.65	44%	3.81	56%	3.81	56%	56%	56%
Betrieb H	50	3.20	12%	3.03	0%	2.99	0%	2.53	2%	3.26	14%	3.26	14%	14%	14%
Betrieb I	50	2.49	2%	2.27	2%	2.83	4%	2.62	6%	2.80	14%	2.80	14%	14%	14%
Betrieb J	50	2.36	4%	2.78	6%	3.48	16%	2.23	4%	3.16	26%	3.16	26%	26%	26%
Betrieb K	50	2.74	6%	2.56	2%	3.07	6%	2.31	2%	2.92	10%	2.92	10%	10%	10%
Betrieb L	50	3.62	14%	3.36	10%	4.03	10%	3.53	4%	3.99	22%	3.99	22%	22%	22%
Betrieb M	50	2.64	8%	2.45	10%	3.09	6%	2.31	4%	2.97	16%	2.97	16%	16%	16%
Betrieb N	50	3.77	12%	3.27	22%	4.01	32%	3.25	28%	3.83	56%	3.83	56%	56%	56%
Betrieb O	50	2.61	2%	1.83	0%	1.95	0%	1.80	0%	2.39	2%	2.39	2%	2%	2%
Betriebs- übergreifend	750	3.05	7.5%	2.86	6.3%	3.22	10.7%	2.74	9.6%	3.28	23.9%	3.28	23.9%	23.9%	23.9%

5.2. Schweineschlachttierkörper: Mikrobiologische Untersuchungen von Schlachttierkörpern aus 11 Kleinbetrieben über einen Zeitraum von sechs Monaten (Juni - Nov. 06)

5.2.1. Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)

5.2.1.1. Vergleich der GKZ-Ergebnisse zwischen den Betrieben

Aufgeschlüsselt nach den Entnahmestellen schwankte der Mittelwert der logarithmierten GKZ-Ergebnisse (\bar{x}) und der berechnete logarithmierte Mittelwert ($\log_{10}A$) von 2.3 bis 4.5 \log_{10} KBE cm^{-2} respektive von 2.9 bis 5.1 \log_{10} KBE cm^{-2} (Tabelle 18). Die höchsten Werte (\bar{x} , $\log_{10}A$; \log_{10} KBE cm^{-2}) wurden (i) am Hals im Betrieb 11 (4.3, 4.5), (ii) an der Brust im Betrieb 11 (\bar{x} =3.6) respektive 8 ($\log_{10}A$ =4.3), (iii) am Rücken im Betrieb 11 (4.5, 5.1) sowie (iv) am Schinken im Betrieb 8 (3.9, 5.0) gefunden. Im Gegensatz dazu lagen die niedrigsten Werte (\bar{x} , $\log_{10}A$) am Hals im Betrieb 7 (\bar{x}) respektive 4 ($\log_{10}A$), an der Brust im Betrieb 3 sowie am Rücken und Schinken im Betrieb 4 vor. Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) wurden die höchsten Werte (\bar{x} , $\log_{10}A$; \log_{10} KBE cm^{-2}) im Betrieb 11 (4.3, 4.4) nachgewiesen, während die niedrigsten Werte im Betrieb 4 (3.1, 3.4) vorlagen (Tabelle 18).

Die Streuung, der 80%-Bereich sowie der Quartilsabstand (50%-Bereich) beliefen sich in den 11 Betrieben (1 bis 11) (i) am Hals auf 1.9 (11) bis 3.5 \log_{10} -Stufen (9), 1.3 (2, 4, 11) bis 2.6 \log_{10} -Stufen (7) respektive 0.6 (4) bis 1.5 \log_{10} -Stufen (3), (ii) an der Brust auf 2.4 (1) bis 3.6 \log_{10} -Stufen (8), 1.3 (11) bis 2.5 \log_{10} -Stufen (8) respektive 0.7 (2, 11) bis 1.5 \log_{10} -Stufen (8), (iii) am Rücken auf 2.6 (6) bis 3.6 \log_{10} -Stufen (11), 1.1 (2, 11) bis 2.7 \log_{10} -Stufen (3) respektive 0.5 (11) bis 1.3 \log_{10} -Stufen (5), (iv) am Schinken auf 2.3 (4) bis 3.5 \log_{10} -Stufen (7), 1.5 (1) bis 2.9 \log_{10} -Stufen (7) respektive 0.8 (1) bis 1.6 \log_{10} -Stufen (8). Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung (Abbildung 35) schwankte der Median von 3.1 (4) bis 4.3 \log_{10} KBE cm^{-2} (11). Die Streuung, der 80%-Bereich sowie der Quartilsabstand beliefen auf 1.3 (11) bis 2.7 \log_{10} -Stufen (3), 0.8 (11) bis 1.8 \log_{10} -Stufen (3) respektive 0.4 (11) bis 1.1 \log_{10} -Stufen (8).

Tabelle 18: GKZ-Ergebnisse (\log_{10} KBE cm^{-2}) von Schweineschlachttierkörpern aus 11 Kleinbetrieben der Schweiz (Juni bis Nov. 06)

	n	Hals			Brust			Rücken			Schinken			„Tierkörper“		
		x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$
Betrieb 1	50	3.28	0.59	3.68	2.70	0.62	3.14	3.38	0.59	3.78	2.58	0.60	2.99	3.30	0.43	3.51
Betrieb 2	50	3.60	0.52	3.91	3.01	0.62	3.45	3.23	0.54	3.57	3.00	0.78	3.70	3.47	0.43	3.68
Betrieb 3	50	3.05	0.95	4.09	2.29	0.79	3.01	3.59	0.87	4.46	2.74	0.74	3.37	3.47	0.63	3.93
Betrieb 4	50	3.03	0.51	3.33	3.01	0.66	3.51	3.03	0.61	3.46	2.33	0.68	2.86	3.12	0.46	3.36
Betrieb 5	50	3.17	0.56	3.53	3.16	0.80	3.90	3.72	0.83	4.51	2.98	0.72	3.58	3.60	0.59	4.00
Betrieb 6	50	3.84	0.53	4.16	3.46	0.73	4.07	3.69	0.64	4.16	3.19	0.74	3.82	3.79	0.44	4.01
Betrieb 7	50	2.77	0.76	3.43	2.91	0.79	3.63	3.63	0.69	4.18	2.88	0.98	3.99	3.53	0.62	3.97
Betrieb 8	50	3.40	0.79	4.12	3.39	0.90	4.32	3.29	0.79	4.01	3.92	0.95	4.96	3.94	0.62	4.38
Betrieb 9	50	3.00	0.71	3.58	3.00	0.65	3.48	3.24	0.83	4.03	2.63	0.72	3.23	3.30	0.48	3.57
Betrieb 10	50	3.54	0.58	3.93	3.51	0.71	4.09	3.57	0.68	4.10	3.09	0.69	3.64	3.66	0.45	3.89
Betrieb 11	50	4.25	0.50	4.53	3.64	0.50	3.93	4.53	0.70	5.09	3.33	0.80	4.07	4.33	0.30	4.43
Betriebs- übergreifend	550	3.36	0.76	4.02	3.10	0.80	3.84	3.53	0.80	4.27	2.97	0.87	3.84	3.60	0.59	4.01

x, Mittelwert \log_{10} KBE cm^{-2} ; s, Standardabweichung der \log_{10} -Werte; $\log A$, berechneter \log_{10} Mittelwert cm^{-2} ($\log A = x + \ln 10 \cdot s^2 / 2$)

Die ANOVA zeigte signifikante Unterschiede in den GKZ-Ergebnissen zwischen den Betrieben ($p < 0.05$). Im Bonferroni Folgetest erwiesen sich die Unterschiede am Hals für 26 (47.3%), an der Brust für 24 (43.6%), am Rücken für 17 (30.9%), am Schinken für 21 (38.2%) und bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung für 27 (49.1%) der 55 Paarvergleiche als signifikant ($p < 0.05$).

Grundsätzlich liessen sich für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung folgende Feststellungen treffen (Tabelle 19):

- Die GKZ-Ergebnisse aus dem Betrieb 11 lagen signifikant höher als diejenigen aus den anderen Betrieben ($p < 0.05$).
- Die Werte der Betriebe 4 und 8 unterschieden sich mehrheitlich signifikant von denjenigen der anderen Betriebe ($p < 0.05$).
- Dabei lagen die Werte des Betriebes 8 auf einem tieferen Niveau als diejenigen aus dem Betrieb 11, übertrafen aber die Ergebnisse der anderen Betriebe, während die Werte des Betriebes 4 im Vergleich zu den anderen Betrieben auf einem eher tieferen Niveau lagen.

Tabelle 19: Bonferroni-Paarvergleiche der GKZ-Ergebnisse von Schweine-schlachttierkörpern aus 11 Kleinbetrieben (n=50 pro Betrieb)

Betriebe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-	N	N	N	N	S	N	S	N	S	S
2	N	-	N	S	N	N	N	S	N	N	S
3	N	N	-	S	N	N	N	S	N	N	S
4	N	S	S	-	S	S	S	S	N	S	S
5	N	N	N	S	-	N	N	S	N	N	S
6	S	N	N	S	N	-	N	N	S	N	S
7	N	N	N	S	N	N	-	S	N	N	S
8	S	S	S	S	S	N	S	-	S	N	S
9	N	N	N	N	N	S	N	S	-	S	S
10	S	N	N	S	N	N	N	N	S	-	S
11	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	-

N, nicht signifikant; S, signifikant

5.2.1.2. Vergleich der GKZ-Ergebnisse der Entnahmestellen

Der Vergleich der GKZ-Ergebnisse der verschiedenen Probenentnahmestellen (Hals, Brust, Rücken, Schinken) zeigte, dass die durchschnittlich höchsten Werte (\bar{x}) in sieben Betrieben (1, 3, 5, 7, 9, 10, 11) am Rücken, in zwei Betrieben (2, 6) am Hals und in jeweils einem Betrieb am Schinken (8) respektive an Hals und Rücken (4) nachgewiesen wurden, während die durchschnittlich niedrigsten Werte in acht Betrieben (1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11) am Schinken sowie in jeweils einem Betrieb an Hals (7), Brust (3) und Rücken (8) vorlagen (Tabelle 18). Bei Betrachtung der $\log_{10}A$ -Werte ergab sich zumeist ein kongruentes Bild. Betriebsübergreifend wies die Lokalisation Rücken die höchsten und die Lokalisation Schinken die tiefsten Durchschnittswerte auf.

Die ANOVA zeigte signifikante Unterschiede in den GKZ-Ergebnissen der Entnahmestellen ($p < 0.05$). Im Bonferroni Folgetest (Tabelle 20) unterschieden sich insbesondere die Ergebnisse von Hals und Schinken sowie von Rücken und Schinken signifikant ($p < 0.05$). Dabei wies der Rücken oftmals höhere und der Schinken eher tiefere Ergebnisse als die anderen Entnahmestellen auf. Im Betrieb 3 respektive betriebsübergreifend unterschieden sich die GKZ in allen Paarvergleichen, ausser in der Kombination Hals - Schinken respektive Brust - Schinken, signifikant ($p < 0.05$).

Tabelle 20: Signifikante Unterschiede zwischen den GKZ-Ergebnissen der Entnahmestellen von Schweineschlacht tierkörpern aus 11 Kleinbetrieben (Betriebe 1 bis 11; ANOVA, Bonferroni)

Entnahmestelle	Hals	Brust	Rücken	Schinken
Hals	-	1, 2, 3, 6, 11	2, 3, 5, 7	1, 2, 4, 6, 8, 10, 11
Brust	1, 2, 3, 6, 11	-	1, 3, 5, 7, 11	3, 4, 8, 10
Rücken	2, 3, 5, 7	1, 3, 5, 7, 11	-	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Schinken	1, 2, 4, 6, 8, 10, 11	3, 4, 8, 10	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	-

Die Streuung der durchschnittlichen Keimbelastung (\bar{x}) zwischen den Lokalisationen schwankte innerhalb der Betriebe von 0.5 (10) bis 1.3 \log_{10} -Stufen (3). Diese Streuung lag in neun Betrieben (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) zwischen 0.5 und 1.0 \log_{10} -Stufen und überstieg lediglich in zwei Betrieben (3, 11) 1.0 \log_{10} -Stufen. Betriebsübergreifend schwankten die Unterschiede von 0.1 bis 0.6 \log_{10} -Stufen.

5.2.1.3. Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005

Gemäss den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und der Anleitung des BVET wurden die Ergebnisse als „befriedigend“, „akzeptabel“ oder „unbefriedigend“ beurteilt. Der prozentuale Anteil akzeptabler und unbefriedigender Ergebnisse ist in Tabelle 21 aufgeführt. Zur graphischen Verdeutlichung wurden (i) die in Tabelle 1 aufgeführten Grenzl原因en in der Boxplotdarstellung eingezeichnet (Abbildung 35) und (ii) die Einzelwerte und die Tagesdurchschnittswerte der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung zusammen mit den Grenzl原因en dargestellt (Abbildungen 36 und 37).

Aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen belief sich der Anteil befriedigender Ergebnisse im Betrieb 4 auf >90%, in drei Betrieben (1, 2, 9) auf >80%, im Betrieb 10 auf >70% und in drei Betrieben (3, 6, 7) auf >60%. Auffallend waren insbesondere (i) der Betrieb 5, der am Rücken <50% befriedigende Ergebnisse aufwies, an den anderen Lokalisationen jedoch $\geq 90\%$, (ii) der Betrieb 8, der am Schinken <60% befriedigende Ergebnisse zeigte und (iii) der Betrieb 11, bei welchem der Anteil befriedigender Ergebnisse von 10% (Rücken) bis 80% (Schinken) schwankte. Unbefriedigende Ergebnisse wurden bei 0% bis 16% der Proben gefunden. Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung wurden in den Betrieben 1, 2, 4 und 9 $\geq 90\%$, in den Betrieben 3 und 10 $\geq 80\%$ und in den Betrieben 5 und 7 $\geq 70\%$ der Ergebnisse als „befriedigend“ beurteilt. Auffallend war der Betrieb 11, bei welchem nur 14% der Proben als „befriedigend“ beurteilt wurden.

Tabelle 21: Beurteilung der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachtierkörpern aus 11 Kleinbetrieben der Schweiz (Juni - Nov. 06) gemäss den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 (befriedigend: $<4.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2})

		Anteil (%) akzeptabler ($4.0\text{-}5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}) und unbefriedigender ($>5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}) Ergebnisse											
	n	Hals		Brust		Rücken		Schinken		„Tierkörper“			
		4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0		
Betrieb 1	50	10.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.0%	2.0%	2.0%	0.0%	4.0%	0.0%		
Betrieb 2	50	16.0%	2.0%	10.0%	0.0%	8.0%	0.0%	8.0%	0.0%	10.0%	0.0%		
Betrieb 3	50	18.0%	0.0%	2.0%	0.0%	22.0%	10.0%	6.0%	0.0%	20.0%	0.0%		
Betrieb 4	50	0.0%	0.0%	6.0%	0.0%	6.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.0%	0.0%		
Betrieb 5	50	6.0%	0.0%	10.0%	0.0%	50.0%	2.0%	8.0%	0.0%	26.0%	0.0%		
Betrieb 6	50	36.0%	0.0%	24.0%	0.0%	34.0%	0.0%	10.0%	0.0%	34.0%	0.0%		
Betrieb 7	50	4.0%	0.0%	8.0%	0.0%	30.0%	2.0%	14.0%	2.0%	28.0%	0.0%		
Betrieb 8	50	22.0%	2.0%	24.0%	2.0%	12.0%	4.0%	30.0%	16.0%	44.0%	2.0%		
Betrieb 9	50	4.0%	4.0%	4.0%	0.0%	14.0%	0.0%	8.0%	0.0%	6.0%	0.0%		
Betrieb 10	50	16.0%	0.0%	22.0%	0.0%	26.0%	2.0%	8.0%	0.0%	18.0%	0.0%		
Betrieb 11	50	62.0%	4.0%	26.0%	0.0%	76.0%	14.0%	20.0%	0.0%	86.0%	0.0%		
Betriebs- übergreifend	550	17.6%	1.1%	12.4%	0.2%	26.2%	3.3%	10.4%	1.6%	25.5%	0.2%		

An den Entnahmestellen schwankte der Anteil befriedigender Ergebnisse von 10% bis 100%. Der geringste Anteil wurde oftmals im Betrieb 11 und bei den Entnahmestellen gehäuft am Rücken nachgewiesen. Betriebsübergreifend lag der Anteil befriedigender Ergebnisse zwischen 70.5% (Rücken) und 88.0% (Schinken).

5.2.1.4. Betriebsübergreifende Auswertung der GKZ-Ergebnisse (Schlachttierkörper)

Die betriebsübergreifende Darstellung der nach Schlachttierkörper zusammengefassten GKZ-Ergebnisse in Form einer „Verlaufskurve“ (Einzelwerte, Tagesdurchschnittswerte) erlaubt es, Unterschiede zwischen den Betrieben zu erkennen (Abbildungen 36 und 37). Der 95%-, 80%- und 50%-Bereich (Quartilsabstand) belief sich bei den Einzelwerten auf 2.3, 1.6 sowie 0.9 \log_{10} -Stufen und bei den Tagesdurchschnittswerten auf 1.7, 1.3 sowie 0.7 \log_{10} -Stufen (Tabelle 22). Der Anteil befriedigender, akzeptabler und unbefriedigender Ergebnisse (Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; BVET-Anleitung) bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung lag für die Einzelwerte bei 74.3%, 25.5% und 0.2% sowie für die Tagesdurchschnittswerte bei 81.8%, 18.2% und 0.0%.

Tabelle 22: Betriebsübergreifende Percentile der GKZ-Ergebnisse (Einzelwerte, Tagesdurchschnittswerte) von Schweineschlachttierkörpern aus 11 Kleinbetrieben (1 bis 11)

	Einzelergebnisse	Tagesdurchschnittswerte
2.5. Percentil	2.43	2.87
10. Percentil	2.83	2.98
25. Percentil	3.17	3.24
50. Percentil	3.57	3.57
75. Percentil	4.04	3.93
90. Percentil	4.42	4.23
97.5. Percentil	4.72	4.53

5.2.1.5. Grenzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten (QRK) der GKZ-Ergebnisse (Schlachttierkörper)

Basierend auf der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) wurden für die GKZ-Ergebnisse der einzelnen Betriebe die Grenzlinien für betriebsspezifische Mittelwert-QRK berechnet. Im Vergleich zwischen den Betrieben zeigten sich deutliche Unterschiede in der Lage dieser Grenzlinien. Die höchsten oberen Grenzlinien wurden im Betrieb 11, gefolgt vom Betrieb 8, und die niedrigsten oberen Grenzlinien im Betrieb 4, gefolgt vom Betrieb 1, festgestellt (Tabelle 23).

Tabelle 23 : Grenzlinien von Mittelwert-Qualitätsregelkarten der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern der Betriebe 1 bis 11 (Anzahl beprobter Schlachttierkörper pro Betrieb: n=50)

	OEG	UEG	OWG	UWG	μ
Betrieb 1	3.67	2.93	3.54	3.06	3.30
Betrieb 2	3.78	3.16	3.67	3.27	3.47
Betrieb 3	3.92	3.02	3.76	3.18	3.47
Betrieb 4	3.50	2.74	3.37	2.87	3.12
Betrieb 5	3.86	3.34	3.77	3.43	3.60
Betrieb 6	4.07	3.51	3.97	3.61	3.79
Betrieb 7	3.97	3.09	3.82	3.24	3.53
Betrieb 8	4.33	3.55	4.20	3.68	3.94
Betrieb 9	3.68	2.92	3.55	3.05	3.30
Betrieb 10	4.00	3.32	3.88	3.44	3.66
Betrieb 11	4.57	4.09	4.49	4.17	4.33

OEG: obere Eingriffsgrenze
 UEG: untere Eingriffsgrenze
 μ : Prozessmittelwert

OWG: obere Warngrenze
 UWG: untere Warngrenze

5.2.2. *Enterobacteriaceae*

5.2.2.1. Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse der Betriebe

Der Anteil der Entnahmestellen sowie Schlachttierkörper, auf welchen *Enterobacteriaceae* nachgewiesen wurden, schwankte von 0.0% bis 52.0% respektive 12.0% bis 78.0% (Abbildung 38). Aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen wurden die höchsten Werte am Hals im Betrieb 6 (32.0%), gefolgt vom Betrieb 10 (30.0%), sowie an Brust, Rücken und Schinken jeweils im Betrieb 10 (24.0%, 52.0%, 36.0%) nachgewiesen (Tabelle 24). Bei den Schlachttierkörpern wurden in vier Betrieben Nachweisraten >50% (3, 6, 7, 10), in vier Betrieben Nachweisraten zwischen 20% und 50% (2, 4, 8, 11) sowie in drei Betrieben Nachweisraten <20% (1, 5, 9) gefunden.

Zwischen den Betrieben erwiesen sich die Unterschiede in den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten an Hals und Brust für jeweils 12 (21.8%), am Rücken für 25 (45.5%), am Schinken für 29 (52.7%) sowie bei den Schlachttierkörpern für 33 (60.0%) der 55 Paarvergleiche als signifikant ($p < 0.05$). Beim *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf den Schlachttierkörpern (Tabelle 25) lagen die Werte des Betriebes 10 zumeist signifikant höher als diejenigen der anderen Betriebe ($p < 0.05$). Zudem zeigten die Betriebe 2, 3, 6 und 7 eher erhöhte und die Betriebe 1, 4, 5 und 9 eher erniedrigte Ergebnisse.

Quantitativ schwankten die *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Werten unterhalb der Nachweisgrenze bis $4.29 \log_{10} \text{ KBE cm}^{-2}$ (Tabelle 24). Die *Enterobacteriaceae*-Zahlen positiver Proben lagen überwiegend zwischen der Nachweisgrenze und $2.0 \log_{10} \text{ KBE cm}^{-2}$. Von den insgesamt 2'200 Proben überstiegen 123 den Wert von $2.0 \log_{10} \text{ KBE cm}^{-2}$, wobei lediglich 17 Proben aus den Betrieben 2 ($n=1$), 3 ($n=5$), 5 ($n=2$), 7 ($n=1$), 8 ($n=2$), 9 ($n=3$), 10 ($n=1$) und 11 ($n=2$) über $3.0 \log_{10} \text{ KBE cm}^{-2}$ lagen. Die Berechnung von \bar{x} respektive $\log_{10} A$ setzt eine Normalverteilung der Ergebnisse voraus. Da die Nachweisraten <80% lagen, wurde alternativ $\log_{10} N$ ermittelt (Tabelle 24). Die höchsten $\log_{10} N$ -Werte wurden (i) am Hals im Betrieb 3 (4.0), (ii) an der Brust im Betrieb 5 (3.9), (iii) am Rücken in den Betrieben 3 und 5 (4.3) und (iv) am Schinken im Betrieb 8 (3.6) gefunden.

Tabelle 25: Signifikante Unterschiede in den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten von Schweineschlacht tierkörpern aus 11 Kleinbetrieben

Betriebe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-	S	S	N	N	S	S	S	N	S	N
2	S	-	N	S	S	N	N	N	S	S	S
3	S	N	-	S	S	N	N	N	S	S	S
4	N	S	S	-	N	S	S	N	N	S	N
5	N	S	S	N	-	S	S	S	N	S	N
6	S	N	N	S	S	-	N	S	S	N	S
7	S	N	N	S	S	N	-	N	S	S	S
8	S	N	N	N	S	S	N	-	S	S	N
9	N	S	S	N	N	S	S	S	-	S	N
10	S	S	S	S	S	N	S	S	S	-	S
11	N	S	S	N	N	S	S	N	N	S	-

N, nicht signifikant; S, signifikant

5.2.2.2. Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse der Entnahmestellen

Der Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten der Entnahmestellen (Hals, Brust, Rücken, Schinken) zeigte, dass die höchsten Werte in fünf Betrieben am Hals (1, 2, 6, 9, 11), in drei Betrieben am Rücken (3, 7, 10) und in jeweils einem Betrieb an Brust (4), Schinken (8) respektive Hals und Rücken (5) nachgewiesen wurden, während die niedrigsten Werte oft an der Brust vorlagen (Tabelle 24). Betriebsübergreifend schwankten die Nachweisraten von 10.9% (Brust) bis 17.6% (Rücken).

In vier Betrieben (2, 5, 6, 8) erwiesen sich die Unterschiede in den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten an den Entnahmestellen als nicht signifikant. Im Betrieb 4 war das Vorderviertel häufiger als das Hinterviertel sowie in den Betrieben 3 und 10 der Rücken häufiger als die Brust und der Schinken (3) respektive als der Hals und die Brust (10) mit *Enterobacteriaceae* kontaminiert ($p < 0.05$). Zudem unterschieden sich die Nachweisraten im Betrieb 1 an Hals und Brust, im Betrieb 7 an Brust und Rücken, in den Betrieben 9 und 11 an Hals und Schinken signifikant ($p < 0.05$). Betriebsübergreifend wurden *Enterobacteriaceae* häufiger an Hals und Rücken als an Brust und Schinken nachgewiesen ($p < 0.05$).

Von den 17 Proben mit Keimzahlen $>3.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} stammten neun vom Rücken (Betriebe 3, 5, 8, 9, 10, 11), vier vom Hals (3, 9, 11) und jeweils zwei von Brust (2, 5) und Schinken (7, 8). Die höchsten $\log_{10}N$ -Werte wurden in fünf Betrieben am Rücken (1, 3, 5, 8, 10), in vier Betrieben am Hals (2, 6, 9, 11) sowie in jeweils einem Betrieb an Brust (4) und Schinken (7) nachgewiesen (Tabelle 24). Innerhalb der acht Betriebe, in welchen *Enterobacteriaceae* an allen Lokalisationen gefunden wurden (2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11), unterschieden sich die $\log_{10}N$ -Werte um 0.3 (6) bis 2.7 \log_{10} -Stufen (5). Bei der Hälfte der Betriebe (2, 6, 7, 10) lag dieser Unterschied bei $<1.0 \log_{10}$ -Stufen.

5.2.2.3. Gegenüberstellung der GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

Beim Vergleich der GKZ-Ergebnisse mit den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten liessen sich keine eindeutigen Trends erkennen (Tabelle 27). Bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse von „Schlachttierkörpern“ (Abbildung 39) wurde bei den GKZ-Ergebnissen die „berechnete vertikale Poolprobe“ verwendet, während bei den *Enterobacteriaceae* der Schlachttierkörper beim Nachweis auf einer der vier Entnahmestellen als „positiv“ gewertet wurde.

Bei im Vergleich zu den anderen Betrieben höchstem GKZ-Mittelwert (Betrieb 11: Hals, Brust, Rücken, Schlachttierkörper; Betrieb 8: Schinken) wurden lediglich durchschnittliche *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten gefunden. Andererseits lag der zweithöchste GKZ-Mittelwert an Hals (Betrieb 6) und Brust (Betrieb 10) bei höchster *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate vor.

Innerhalb der Betriebe erwies sich die Beziehung zwischen der GKZ-Höhe und dem *Enterobacteriaceae*-Nachweis am Hals in sieben Betrieben (2, 3, 6, 7, 8, 9, 10), an der Brust in vier Betrieben (3, 6, 7, 8), am Rücken in sechs Betrieben (3, 6, 7, 8, 9, 10), am Schinken in vier Betrieben (3, 6, 7, 10) und für die Schlachttierkörper in fünf Betrieben (3, 6, 7, 8, 9) als signifikant (t-Test, $p < 0.05$).

Tabelle 27: Mittelwerte der GKZ-Ergebnisse (\log_{10} KBE cm^{-2}) und *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten (% positiv) von Schweineschlachtierkörpern aus 11 Kleinbetrieben der Schweiz (Juni - Nov. 06)

	Hals			Brust			Rücken			Schinken			"Tierkörper"		
	n	GKZ		Enterobact.		positiv	GKZ		positiv	GKZ		positiv	GKZ		Enterobact.
		x		x			x			x			x		
Betrieb 1	50	3.28	10%	2.70	0%	0%	3.38	8%	2.58	4%	3.30	16%	3.30	16%	
Betrieb 2	50	3.60	22%	3.01	12%	12%	3.23	18%	3.00	18%	3.47	46%	3.47	46%	
Betrieb 3	50	3.05	22%	2.29	10%	10%	3.59	32%	2.74	14%	3.47	52%	3.47	52%	
Betrieb 4	50	3.03	10%	3.01	16%	16%	3.03	0%	2.33	2%	3.12	24%	3.12	24%	
Betrieb 5	50	3.17	6%	3.16	4%	4%	3.72	6%	2.98	2%	3.60	16%	3.60	16%	
Betrieb 6	50	3.84	32%	3.46	20%	20%	3.69	18%	3.19	26%	3.79	62%	3.79	62%	
Betrieb 7	50	2.77	14%	2.91	8%	8%	3.63	28%	2.88	20%	3.53	52%	3.53	52%	
Betrieb 8	50	3.40	14%	3.39	14%	14%	3.29	14%	3.92	16%	3.94	38%	3.94	38%	
Betrieb 9	50	3.00	12%	3.00	2%	2%	3.24	6%	2.63	0%	3.30	12%	3.30	12%	
Betrieb 10	50	3.54	30%	3.51	24%	24%	3.57	52%	3.09	36%	3.66	78%	3.66	78%	
Betrieb 11	50	4.25	16%	3.64	10%	10%	4.53	12%	3.33	2%	4.33	26%	4.33	26%	
Betriebs- übergreifend	550	3.36	17.1%	3.10	10.9%	10.9%	3.53	17.6%	2.97	12.7%	3.60	38.4%	3.60	38.4%	

5.3. Schweineschlachttierkörper: Mikrobiologische Untersuchungen von Schlachttierkörpern aus vier Kleinbetrieben (A, H, I, N) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 – Nov. 06) zur Evaluation saisonaler Einflüsse

5.3.1. Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)

5.3.1.1. GKZ-Ergebnisse der Betriebe: Entnahmestellen

Die durchschnittlichen GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern in den vier Betrieben (A, H, I, N) sind aufgeschlüsselt nach Saison (Saison A: Dez. 05 - Mai 06: n=50; Saison B: Juni - Nov. 06: n=50) in Tabelle 28 aufgeführt. Zum direkten Vergleich der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Jahreszeit sind die Keimzahlen als Boxplot dargestellt (Abbildungen 40 bis 43).

Betrieb A (Abbildung 40). Der höchste Mittelwert der logarithmierten GKZ-Ergebnisse (\bar{x}) und der höchste berechnete logarithmierte Mittelwert ($\log_{10}A$) wurden während beider Beprobungsperioden am Hals gefunden, während die niedrigsten Ergebnisse am Schinken vorlagen (Tabelle 28). Die Streuung der mittleren Keimbelastung (\bar{x}) an den Entnahmestellen zwischen den Beprobungsperioden lag jeweils $<0.4 \log_{10}$ -Stufen. Mit Ausnahme der Lokalisation Schinken lagen die Werte während der zweiten Beprobungsperiode (Juni - Nov. 06) auf einem höheren Niveau als während der ersten (Dez. 05 - Mai 06). An der Lokalisation Hals erwies sich dieser Unterschied als signifikant (t-Test, $p < 0.05$).

Betrieb H (Abbildung 41). Die höchsten \bar{x} - und $\log_{10}A$ -Werte der GKZ-Ergebnisse wurden während beider Beprobungsperioden am Hals respektive der Brust gefunden, während die niedrigsten Ergebnisse am Schinken vorlagen (Tabelle 28). Die Streuung der mittleren Keimbelastung (\bar{x}) an den Entnahmestellen schwankte zwischen den Beprobungsperioden von 0.3 (Rücken) bis 0.7 \log_{10} -Stufen (Brust). An allen Lokalisationen lagen die Werte während der zweiten Beprobungsperiode (Juni - Nov. 06) auf einem signifikant höheren Niveau (t-Test, $p < 0.05$) als während der ersten (Dez. 05 - Mai 06).

Tabelle 28: GKZ-Ergebnisse (\log_{10} KBE cm^{-2}) von Schweineschlachttierkörpern aus vier Kleinbetrieben der Schweiz aufgeschlüsselt nach Beprobungsperiode

Dez. 05 bis Mai 06	n	Hals			Brust			Rücken			Schinken			„Tierkörper“		
		x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$
Betrieb A	50	4.35	0.46	4.59	4.23	0.37	4.39	3.89	0.48	4.16	3.31	0.77	3.99	4.20	0.30	4.30
Betrieb H	50	3.20	0.67	3.72	3.03	0.84	3.84	2.99	0.65	3.48	2.53	0.73	3.14	3.26	0.56	3.62
Betrieb I	50	2.49	0.50	2.78	2.27	0.59	2.67	2.83	0.64	3.30	2.62	0.59	3.02	2.80	0.44	3.02
Betrieb N	50	3.77	0.59	4.17	3.27	0.63	3.73	4.01	0.55	4.36	3.25	0.80	3.99	3.83	0.45	4.06

Juni 06 bis Nov. 06	n	Hals			Brust			Rücken			Schinken			„Tierkörper“		
		x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$
Betrieb A	50	4.73	0.57	5.10	4.39	0.45	4.62	4.08	0.52	4.39	3.13	0.78	3.83	4.49	0.31	4.60
Betrieb H	50	3.78	0.65	4.27	3.71	0.80	4.45	3.33	0.88	4.22	3.16	0.64	3.63	3.78	0.58	4.17
Betrieb I	50	2.83	0.78	3.53	2.62	0.68	3.15	3.10	0.48	3.37	2.89	0.68	3.42	3.16	0.43	3.37
Betrieb N	50	3.98	0.40	4.16	3.55	0.82	4.32	4.40	0.36	4.55	3.80	0.70	4.36	4.21	0.25	4.28

Dez. 05 bis Nov. 06	n	Hals			Brust			Rücken			Schinken			„Tierkörper“		
		x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$
Betrieb A	100	4.54	0.54	4.88	4.31	0.42	4.51	3.99	0.51	4.29	3.22	0.78	3.92	4.34	0.33	4.47
Betrieb H	100	3.49	0.72	4.09	3.37	0.89	4.28	3.16	0.79	3.88	2.84	0.75	3.50	3.52	0.62	3.96
Betrieb I	100	2.66	0.67	3.18	2.44	0.66	2.95	2.97	0.58	3.36	2.76	0.64	3.23	2.98	0.47	3.23
Betrieb N	100	3.88	0.51	4.18	3.41	0.74	4.04	4.20	0.50	4.49	3.53	0.80	4.27	4.02	0.41	4.21

x, Mittelwert \log_{10} KBE cm^{-2} ; s, Standardabweichung der \log_{10} -Werte; $\log A$, berechneter \log_{10} Mittelwert cm^{-2} ($\log A = x + \ln 10 \cdot s^2 / 2$)

Betrieb I (Abbildung 42). Die höchsten \bar{x} -Werte der GKZ-Ergebnisse wurden während beider Beprobungsperioden am Rücken gefunden, während die niedrigsten Ergebnisse an der Brust vorlagen (Tabelle 28). Die Streuung der mittleren Keimbelastung (\bar{x}) an den Entnahmestellen zwischen den Beprobungsperioden lag jeweils $<0.4 \log_{10}$ -Stufen. An allen Lokalisationen lagen die Werte während der zweiten Beprobungsperiode (Juni - Nov. 06) auf einem auf einem signifikant höheren Niveau (t-Test, $p<0.05$) als während der ersten (Dez. 05 - Mai 06).

Betrieb N (Abbildung 43). Die höchsten \bar{x} - und $\log_{10}A$ -Werte der GKZ-Ergebnisse wurden während beider Beprobungsperioden am Rücken gefunden, während die niedrigsten Ergebnisse überwiegend an der Brust vorlagen (Tabelle 28). Die Streuung der mittleren Keimbelastung (\bar{x}) an den Entnahmestellen schwankte zwischen den Beprobungsperioden von 0.2 (Hals) bis 0.6 \log_{10} -Stufen (Schinken). An allen Lokalisationen lagen die Werte im während der zweiten Beprobungsperiode (Juni - Nov. 06) auf einem höheren Niveau als während der ersten (Dez. 05 - Mai 06). Mit Ausnahme der Lokalisationen Hals und Brust erwiesen sich diese Unterschiede als signifikant (t-Test, $p<0.05$).

5.3.1.2. GKZ-Ergebnisse der Betriebe: Schlachttierkörper

Die durchschnittlichen GKZ-Ergebnisse der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) in den vier Betrieben (A, H, I, N) sind aufgeschlüsselt nach Saison in Tabelle 28 aufgeführt. Zum direkten Vergleich der Ergebnisse in Abhängigkeit von der Jahreszeit sind die Keimzahlen als Boxplot dargestellt (Abbildung 44).

Die Streuung der durchschnittlichen Keimbelastung (\bar{x}) der Betriebe schwankte zwischen den Beprobungsperioden von 0.3 bis 0.5 \log_{10} -Stufen. In jedem der vier Betriebe lagen die Werte im Durchschnitt während der zweiten Beprobungsperiode (Juni - Nov. 06) auf einem höheren Niveau als während der ersten (Dez. 05 - Mai. 06). Diese Unterschiede erwiesen sich jeweils als signifikant (t-Test, $p<0.05$).

Die aus der Boxplotdarstellung (Abbildung 44) ersichtliche Streuung der Ergebnisse sowie der 80%-Bereich und der Quartilsabstand (50%-Bereich) beliefen sich (i) im Betrieb A auf 1.3, 0.8 und 0.5 \log_{10} -Stufen (Dez. 05 - Mai 06) respektive auf 1.5, 0.6 und 0.3 \log_{10} -Stufen (Juni - Nov. 06), (ii) im Betrieb H auf 2.4, 1.5 und 0.6 \log_{10} -Stufen (Dez. 05 - Mai 06) respektive auf 2.5, 1.4 und 0.9 \log_{10} -Stufen (Juni - Nov. 06), (iii) im Betrieb I auf 1.8, 1.2 und 0.5 \log_{10} -Stufen (Dez. 05 - Mai 06) respektive auf 1.6, 1.2 und 0.7 \log_{10} -Stufen (Juni - Nov. 06) sowie (iv) im Betrieb N auf 1.7, 1.2 und 0.6 \log_{10} -Stufen (Dez. 05 - Mai 06) respektive auf 1.0, 0.7 und 0.4 \log_{10} -Stufen (Juni - Nov. 06).

5.3.1.3. Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005: Entnahmestellen

Gemäss den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und der Anleitung des BVET wurden die Ergebnisse der Betriebe A, H, I und N als „befriedigend“, „akzeptabel“ oder „unbefriedigend“ beurteilt (Tabelle 29). Zur graphischen Verdeutlichung wurden (i) die in Tabelle 1 aufgeführten Grenzl意思 in den Boxplotdarstellungen eingezeichnet (Abbildungen 40 bis 43) und (ii) die Verlaufskurven der GKZ-Ergebnisse an den Entnahmestellen zusammen mit den Grenzl意思 dargestellt (Abbildungen 45 bis 48).

Betrieb A (Abbildungen 40 und 45). Der Anteil befriedigender Ergebnisse schwankte während der ersten Beprobungsserie (Dez. 05 - Mai 06) von 20% (Hals) bis 82% (Schinken) und während der zweiten Beprobungsserie (Juni - Nov. 06) von 12% (Hals) bis 84% (Schinken). Der von der Saison abhängige Unterschied zwischen dem Anteil befriedigender sowie akzeptabler/unbefriedigender Ergebnisse erwies sich für die Lokalisation Rücken als signifikant ($p < 0.05$).

Betrieb H (Abbildungen 41 und 46). Der Anteil befriedigender Ergebnisse schwankte während der ersten Beprobungsserie (Dez. 05 - Mai 06) von 88% (Brust) bis 96% (Schinken) und während der zweiten Beprobungsserie (Juni - Nov. 06) von 58% (Hals) bis 90% (Schinken).

Der von der Saison abhängige Unterschied zwischen dem Anteil befriedigender sowie akzeptabler/unbefriedigender Ergebnisse erwies sich für die Lokalisationen Hals, Brust und Rücken als signifikant ($p < 0.05$).

Betrieb I (Abbildungen 42 und 47). Der Anteil befriedigender Ergebnisse schwankte während der ersten Beprobungsserie (Dez. 05 - Mai 06) von 94% (Rücken) bis 100% (Hals, Brust, Schinken) und während der zweiten Beprobungsserie (Juni - Nov. 06) von 88% (Schinken) bis 98% (Brust). Der von der Saison abhängige Unterschied zwischen dem Anteil befriedigender sowie akzeptabler/unbefriedigender Ergebnisse erwies sich für die Lokalisation Schinken als signifikant ($p < 0.05$).

Betrieb N (Abbildungen 43 und 49). Der Anteil befriedigender Ergebnisse schwankte während der ersten Beprobungsserie (Dez. 05 - Mai 06) von 52% (Rücken) bis 88% (Brust) und während der zweiten Beprobungsserie (Juni - Nov. 06) von 10% (Rücken) bis 68% (Brust). Der von der Saison abhängige Unterschied zwischen dem Anteil befriedigender sowie akzeptabler/unbefriedigender Ergebnisse erwies sich für die Lokalisationen Brust und Rücken als signifikant ($p < 0.05$).

5.3.1.4. Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005: Schlachttierkörper

Gemäss den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und der Anleitung des BVET wurden die Einzelwerte und die Tagesdurchschnittswerte der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) der vier Betrieben A, H, I und N als „befriedigend“, „akzeptabel“ oder „unbefriedigend“ beurteilt (Tabelle 29). Zur graphischen Verdeutlichung wurden (i) die in Tabelle 1 aufgeführten Grenzl意思 in der Boxplotdarstellung der Einzelwerte eingezeichnet (Abbildung 44) und (ii) die Verlaufskurven der GKZ-Ergebnisse (Einzelwerte, Tagesdurchschnittswerte) der Betriebe zusammen mit den Grenzl意思 dargestellt (Abbildungen 49 bis 52).

Tabelle 29: Beurteilung der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachtierkörpern aus vier Kleinbetrieben der Schweiz gemäss der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 (befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$) aufgeschlüsselt nach Beprobungsperiode

Dez. 05 bis Mai 06	n	Anteil (%) akzeptabler ($4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$) und unbefriedigender ($>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$) Ergebnisse					
		Hals		Brust		Rücken	
		4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0
Betrieb A	50	80.0%	0.0%	76.0%	0.0%	42.0%	0.0%
Betrieb H	50	8.0%	0.0%	10.0%	2.0%	6.0%	0.0%
Betrieb I	50	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.0%	0.0%
Betrieb N	50	32.0%	2.0%	12.0%	0.0%	46.0%	2.0%
						24.0%	0.0%
						40.0%	0.0%

Juni 06 bis Nov. 06	n	Anteil (%) akzeptabler ($4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$) und unbefriedigender ($>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$) Ergebnisse					
		Hals		Brust		Rücken	
		4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0
Betrieb A	50	44.0%	44.0%	74.0%	6.0%	62.0%	0.0%
Betrieb H	50	40.0%	2.0%	34.0%	2.0%	20.0%	4.0%
Betrieb I	50	8.0%	0.0%	2.0%	0.0%	4.0%	0.0%
Betrieb N	50	48.0%	0.0%	30.0%	2.0%	86.0%	4.0%
						38.0%	2.0%
						78.0%	0.0%

Dez. 05 bis Nov. 06	n	Anteil (%) akzeptabler ($4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$) und unbefriedigender ($>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$) Ergebnisse					
		Hals		Brust		Rücken	
		4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0	4.0-5.0	>5.0
Betrieb A	100	52.0%	22.0%	75.0%	3.0%	52.0%	0.0%
Betrieb H	100	24.0%	1.0%	22.0%	2.0%	13.0%	2.0%
Betrieb I	100	4.0%	0.0%	1.0%	0.0%	5.0%	0.0%
Betrieb N	100	41.0%	1.0%	21.0%	1.0%	66.0%	3.0%
						31.0%	1.0%
						59.0%	0.0%

Bei den **Einzelwerten** wurde der höchste respektive geringste Anteil befriedigender Ergebnisse während beider Beprobungsperioden im Betrieb I respektive im Betrieb A nachgewiesen. Unbefriedigende Ergebnisse wurden nicht gefunden. Ein direkter Vergleich des Anteils befriedigender und akzeptabler Ergebnisse der Betriebe A, H, I und N erlaubt Abbildung 53. Mit Ausnahme des Betriebes I lag der Anteil befriedigender Ergebnisse während der ersten Beprobungsperiode (Dez. 05 - Mai 06) auf einem höheren Niveau als während der zweiten Beprobungsperiode (Juni - Nov. 06). Diese Unterschiede erwiesen sich als signifikant ($p < 0.05$).

Gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und Anleitung des BVET sind grundsätzlich die **Tagesdurchschnittswerte** von vertikalen Poolproben mittels der aufgeführten Grenzl原因en zu beurteilen. Ein direkter Vergleich des Anteils befriedigender und akzeptabler Ergebnisse der Betriebe A, H, I und N erlaubt Abbildung 54. Aufgeschlüsselt nach Saison lag der Anteil befriedigender Ergebnisse bei den Tagesdurchschnittswerten im Betrieb A jeweils bei 1/10, im Betrieb H bei 10/10 (Dez. 05 - Mai 06) respektive 7/10 (Juni - Nov. 06), im Betrieb I jeweils bei 10/10 und im Betrieb N bei 6/10 (Dez. 05 - Mai 06) respektive 1/10 (Juni - Nov. 06). Unbefriedigende Ergebnisse wurden nicht nachgewiesen.

5.3.1.5. Grenzl原因en betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten (QRK) der GKZ-Ergebnisse (Schlacht tierkörper)

Basierend auf der nach Schlacht tierkörper zusammengefassten Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) wurden für die GKZ-Ergebnisse, in Abhängigkeit von der Beprobungsperiode, die Grenzl原因en für betriebsspezifische Mittelwert-QRK berechnet (Tabelle 30). Zwischen den Beprobungsperioden zeigten sich deutliche Unterschiede in der Lage dieser Grenzl原因en. In allen vier Betrieben (A, H, I, N) lagen die Grenzl原因en während der zweiten Beprobungsperiode (Juni - Nov. 06) höher als während der ersten Beprobungsperiode (Dez. 05 - Mai 06).

Tabelle 30: Grenzklinien von Mittelwert-Qualitätsregelkarten der GKZ-Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern der Betriebe A, H, I und N aufgeschlüsselt nach Beprobungsperiode (Anzahl beprobter Schlachttierkörper pro Betrieb und Saison: n=50)

	OEG	UEG	OWG	UWG	μ
Betrieb A					
- Dez. 05 - Mai 06	4.40	4.00	4.33	4.07	4.20
- Juni - Nov. 06	4.69	4.29	4.62	4.36	4.49
- Dez. 05 - Nov. 06	4.54	4.14	4.47	4.21	4.34
Betrieb H					
- Dez. 05 - Mai 06	3.72	2.80	3.56	2.96	3.26
- Juni - Nov. 06	4.20	3.35	4.06	3.50	3.78
- Dez. 05 - Nov. 06	3.95	3.09	3.80	3.24	3.52
Betrieb I					
- Dez. 05 - Mai 06	3.15	2.45	3.03	2.57	2.80
- Juni - Nov. 06	3.49	2.82	3.38	2.94	3.16
- Dez. 05 - Nov. 06	3.31	2.64	3.20	2.76	2.98
Betrieb N					
- Dez. 05 - Mai 06	4.08	3.58	3.99	3.67	3.83
- Juni - Nov. 06	4.42	4.00	4.35	4.07	4.21
- Dez. 05 - Nov. 06	4.24	3.80	4.16	3.88	4.02

OEG: obere Eingriffsgrenze
 UEG: untere Eingriffsgrenze
 μ : Prozessmittelwert

OWG: obere Warngrenze
 UWG: untere Warngrenze

5.3.2. *Enterobacteriaceae*

5.3.2.1. *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse der Betriebe

Der Anteil der Entnahmestellen sowie Schlachttierkörper („positiv“ bei *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf einer der vier Entnahmestellen), auf welchen *Enterobacteriaceae* in den vier über den Zeitraum eines Jahres (Dez. 05 - Nov. 06; erste Beprobungsperiode: Dez. 05 - Mai 06; zweite Beprobungsperiode: Juni - Nov. 06) beprobten Betriebe (A, H, I, N) nachgewiesen wurden, ist in Abbildung 55 aufgeführt. Zudem wurde der Verlauf der Nachweisraten in den vier Betrieben über den gesamten Probenentnahmezeitraum dargestellt (Abbildungen 56 bis 59).

Betrieb A (Abbildung 56). Während der ersten Beprobungsperiode wurde an der Entnahmestelle Rücken und während der zweiten Beprobungsperiode an der Entnahmestelle Brust die höchste Nachweisrate gefunden, während der niedrigste Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Ergebnisse am Schinken vorlag (Tabelle 31). Beim Vergleich der Ergebnisse der Entnahmestellen zeigte sich, dass sich die Nachweisraten in der ersten Beprobungsperiode nicht signifikant, in der zweiten jedoch an Brust und Schinken signifikant unterschieden ($p < 0.05$). Wenn auch die Nachweisraten während der zweiten Beprobungsperiode teilweise auf einem höheren Niveau als während der ersten lagen, erwies sich dieser Unterschied nur für die Schlachttierkörper als signifikant ($p < 0.05$).

Quantitativ schwankten die *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse an den Entnahmestellen von Werten unterhalb der Nachweisgrenze bis 2.86 (Dez. 05 - Mai 06) respektive 3.18 \log_{10} KBE cm^{-2} (Juni - Nov. 06). Die *Enterobacteriaceae*-Zahlen positiver Proben lagen überwiegend zwischen der Nachweisgrenze und 2.0 \log_{10} KBE cm^{-2} . Lediglich sieben Proben ($n=400$) überstiegen den Wert von 2.0 \log_{10} KBE cm^{-2} , wobei fünf Proben aus der zweiten Beprobungsperiode stammten und der Wert einer solchen Probe (Hals) über 3.0 \log_{10} KBE cm^{-2} lag. Die $\log_{10}N$ -Werte unterschieden sich zwischen der ersten und zweiten Beprobungsperiode an Brust, Rücken und Schinken um $< 0.4 \log_{10}$ -Stufen.

Tabelle 31: *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Schweineschlachtierkörpern aus vier Kleinbetrieben der Schweiz aufgeschlüsselt nach Beprobungsperiode

Dez. 05 bis Mai 06	n	Hals		Brust		Rücken		Schinken		Tier- körper	
		Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)
Betrieb A	50	4	(8.0)	2.08	2.30	4	(8.0)	2.86	2.92	5	(10.0)
Betrieb H	50	6	(12.0)	2.08	2.51	0	(0.0)	-	-	1	(2.0)
Betrieb I	50	1	(2.0)	1.90	1.90	1	(2.0)	1.60	1.60	3	(6.0)
Betrieb N	50	6	(12.0)	2.45	2.72	11	(22.0)	2.56	2.98	14	(28.0)
Juni 06 bis Nov. 06	n	Hals		Brust		Rücken		Schinken		Tier- körper	
		Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)
Betrieb A	50	7	(14.0)	3.18	3.27	11	(22.0)	2.45	2.88	5	(10.0)
Betrieb H	50	8	(16.0)	2.51	2.94	13	(26.0)	2.20	3.02	5	(10.0)
Betrieb I	50	4	(8.0)	2.08	2.45	0	(0.0)	-	-	2	(4.0)
Betrieb N	50	5	(10.0)	1.90	2.38	10	(20.0)	2.64	3.24	19	(38.0)
Dez. 05 bis Dez. 06	n	Hals		Brust		Rücken		Schinken		Tier- körper	
		Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)
Betrieb A	100	11	(11.0)	3.18	3.33	15	(15.0)	2.86	3.20	10	(10.0)
Betrieb H	100	14	(14.0)	2.51	3.08	13	(13.0)	2.20	3.02	5	(5.0)
Betrieb I	100	5	(5.0)	2.08	2.56	1	(1.0)	1.60	1.60	4	(4.0)
Betrieb N	100	11	(11.0)	2.45	2.88	21	(21.0)	2.64	3.43	35	(35.0)

Pos%, Prozentualer Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Proben; Max, Maximum (\log_{10} KBE cm^{-2}); logN, \log_{10} der summierten Keimzahlen cm^{-2}

Betrieb H (Abbildung 57). Während der ersten Beprobungsperiode wurde an der Entnahmestelle Hals und während der zweiten Beprobungsperiode an der Entnahmestelle Brust die höchste Nachweisrate gefunden (Tabelle 31). Beim Vergleich der Ergebnisse der Entnahmestellen zeigte sich, dass in der ersten Beprobungsperiode der Hals zumeist signifikant häufiger mit *Enterobacteriaceae* kontaminiert war, während sich in der zweiten die Nachweisraten von Brust und Rücken signifikant unterschieden ($p < 0.05$). Während der zweiten Beprobungsperiode lagen die Werte auf einem höheren Niveau als während der ersten und diese Unterschiede erwiesen sich für die Lokalisationen Brust und Schinken sowie für die Schlachttierkörper als signifikant ($p < 0.05$).

Quantitativ schwankten die *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse an den Entnahmestellen von Werten unterhalb der Nachweisgrenze bis 2.08 (Dez. 05 - Mai 06) respektive $3.18 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (Juni - Nov. 06). Die *Enterobacteriaceae*-Zahlen positiver Proben lagen überwiegend zwischen der Nachweisgrenze und $2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . Lediglich 10 Proben ($n=400$) überstiegen den Wert von $2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} , wobei neun Proben aus der zweiten Beprobungsperiode stammten und der Wert einer solchen Probe (Rücken) über $3.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} lag. Die $\log_{10}N$ -Werte lagen während der zweiten Beprobungsperiode auf einem höheren Niveau als während der ersten.

Betrieb I (Abbildung 58). Während beider Beprobungsperioden wurde an der Entnahmestelle Schinken die höchste Nachweisrate gefunden (Tabelle 31). Beim Vergleich der Ergebnisse der Entnahmestellen zeigte sich, dass sich die Nachweisraten in der ersten Beprobungsperiode nicht signifikant unterschieden, während in der zweiten die Brust weniger häufig als der Schinken mit *Enterobacteriaceae* kontaminiert war ($p < 0.05$). Wenn auch die Nachweisraten während der zweiten Beprobungsperiode teilweise auf einem höheren Niveau lagen als während der ersten, erwiesen sich diese Unterschiede als nicht signifikant.

Quantitativ schwankten die *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse an den Entnahmestellen von Werten unterhalb der Nachweisgrenze bis 2.56 (Dez. 05 - Mai 06) respektive $2.08 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (Juni - Nov. 06). Die *Enterobacteriaceae*-Zahlen positiver Proben lagen während beider Beprobungsperioden überwiegend zwischen der Nachweisgrenze und $2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . Lediglich vier Proben ($n=400$) überstiegen den Wert von $2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} , wobei drei Proben aus der zweiten Beprobungsperiode stammten.

Betrieb N (Abbildung 59). Während beider Beprobungsperioden wurde an der Entnahmestelle Rücken die höchste und an der Entnahmestelle Hals die niedrigste Nachweisrate gefunden (Tabelle 31). Beim Vergleich der Ergebnisse der Entnahmestellen zeigte sich, dass in der ersten Beprobungsperiode der Hals zumeist weniger häufig und während der zweiten der Rücken häufiger als die anderen Lokalisationen mit *Enterobacteriaceae* kontaminiert war ($p < 0.05$). In Abhängigkeit von der Beprobungsperiode erwiesen sich die Unterschiede (Entnahmestellen, Schlachttierkörper) als nicht signifikant.

Quantitativ schwankten die *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse an den Entnahmestellen von Werten unterhalb der Nachweisgrenze bis 2.90 (Dez. 05 - Mai 06) respektive 2.64 \log_{10} KBE cm^{-2} (Juni - Nov. 06). Die *Enterobacteriaceae*-Zahlen positiver Proben lagen überwiegend zwischen der Nachweisgrenze und 2.0 \log_{10} KBE cm^{-2} . Von den 400 Proben überstiegen 26 den Wert von 2.0 \log_{10} KBE cm^{-2} (Dez. 05 - Mai 06: $n=13$; Juni - Nov. 06: $n=13$). Die $\log_{10}N$ -Werte unterschieden sich zwischen der ersten und zweiten Beprobungsperiode um $< 0.4 \log_{10}$ -Stufen.

5.3.2.2. Gegenüberstellung der GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

Aufgeschlüsselt nach Saison liess sich bei den vier Betrieben, in welchen über den Zeitraum eines Jahres (Dez. 05 - Nov. 06) Proben erhoben wurden (A, H, I, N), kein eindeutiger Trend feststellen (Abbildungen 60 bis 63). Während bei den GKZ-Ergebnissen in der zweiten Beprobungsperiode zumeist höhere Ergebnisse vorlagen als in der ersten, zeigte sich bei den *Enterobacteriaceae* ein differenzierteres Bild.

Innerhalb des **Betriebes A** erwies sich die Beziehung zwischen der GKZ-Höhe und dem *Enterobacteriaceae*-Nachweis (i) während der ersten Beprobungsperiode für die Schlachttierkörper, (ii) während der zweiten Beprobungsperiode an Brust und Rücken sowie für die Schlachttierkörper und (iii) über den gesamten Beprobungszeitraum an allen Entnahmestellen und für die Schlachttierkörper als signifikant (t-Test, $p < 0.05$).

Innerhalb des **Betriebes H** erwies sich die Beziehung zwischen der GKZ-Höhe und dem *Enterobacteriaceae*-Nachweis während der ersten Beprobungsperiode und über den gesamten Beprobungszeitraum am Hals als signifikant (t-Test, $p < 0.05$).

Innerhalb des **Betriebes I** erwies sich die Beziehung zwischen der GKZ-Höhe und dem *Enterobacteriaceae*-Nachweis während der zweiten Beprobungsperiode sowie über den gesamten Beprobungszeitraum an Hals und Schinken als signifikant (t-Test, $p < 0.05$).

Innerhalb des **Betriebes N** erwies sich die Beziehung zwischen der GKZ-Höhe und dem *Enterobacteriaceae*-Nachweis (i) während der ersten Beprobungsperiode an allen Entnahmestellen sowie für die Schlachttierkörper, (ii) während der zweiten Beprobungsperiode an der Brust und (iii) über den gesamten Beprobungszeitraum an Brust, Rücken und Schinken sowie für die Schlachttierkörper als signifikant (t-Test, $p < 0.05$).

5.4. Rinderschlachttierkörper: Mikrobiologische Untersuchungen von Schlachttierkörpern aus 18 Kleinbetrieben über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Grundsätzlich erfolgte die Auswertung der mikrobiologischen Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen (Hals, Brust, Flanke Keule) sowie zusammengefasst nach Schlachttierkörper (GKZ: Berechnung des Mittelwerts der Entnahmestellen, dieser anschliessend in \log_{10} -Wert transformiert, „berechnete vertikale Poolprobe“; *Enterobacteriaceae*: „positiv“ bei *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf einer der vier Entnahmestellen). In den weiterführenden Untersuchungen wurde die unterschiedliche Anzahl beprobter Schlachttierkörper (Betriebe C, G, I, M, P: $n=60$; Betriebe B, D, E, H, J, K, R: $n=30$; Betriebe A, F, L, Q, S, T: $n<30$) berücksichtigt und die Auswertung erfolgte insbesondere für diejenigen Betriebe, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden. In allen Betrieben dominierte auf den Rinderschlachttierkörpern jeweils eine Flora von grampositiven Kokken. Einzelne wiesen allerdings eine von Pseudomonaden dominierte Flora auf. Das Vorkommen von aeroben Sporenbildnern der Gattung *Bacillus* spp. auf einzelnen Schlachttierkörpern erwies sich für die Auswertung als problematisch, da diese oftmals den ganzen Nährboden überwucherten.

5.4.1. Aerobe mesophile Gesamtkeimzahl (GKZ)

5.4.1.1. Vergleich der GKZ-Ergebnisse zwischen den Betrieben

Aufgeschlüsselt nach den Entnahmestellen schwankte der Mittelwert der logarithmierten GKZ-Ergebnisse (\bar{x}) und der berechnete logarithmierte Mittelwert ($\log_{10}A$) insgesamt von 1.8 bis 3.8 \log_{10} KBE cm^{-2} respektive von 2.1 bis 5.1 \log_{10} KBE cm^{-2} (Tabelle 32).

In den folgenden Auswertungen wurden nur diejenigen 12 Betriebe berücksichtigt, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (n=30: B, D, E, H, J, K, R; n=60: C, G, I, M, P).

In den 12 Betrieben wurden die höchsten Werte (\bar{x} , $\log_{10}A$) (i) am Hals in den Betrieben I und R, (ii) an der Brust in den Betrieben B und R, (iii) an der Flanke im Betrieb J und (iv) an der Keule in den Betrieben J und K gefunden. Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) wurden die höchsten Werte (\bar{x} , $\log_{10}A$; $\log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$) in den Betrieben J (3.6, 3.9) und R (3.4, 4.1) nachgewiesen, während die niedrigsten Werte im Betrieb M (2.7, 3.2), gefolgt vom Betrieb H (2.8, 3.2), vorlagen (Tabelle 32).

Die Streuung, der 80%-Bereich sowie der Quartilsabstand (50%-Bereich) beliefen sich in den 12 Betrieben, (i) am Hals auf 2.5 (E) bis 3.5 \log_{10} -Stufen (P, R), 1.6 (C) bis 2.7 \log_{10} -Stufen (R) respektive 0.8 (E) bis 1.9 \log_{10} -Stufen (J), (ii) an der Brust auf 2.5 (M) bis 3.6 \log_{10} -Stufen (R), 1.7 (G) bis 2.9 \log_{10} -Stufen (R) respektive 0.8 (M) bis 1.4 \log_{10} -Stufen (I, R), (iii) an der Flanke auf 1.7 (M) bis 3.6 \log_{10} -Stufen (J), 1.3 (P) bis 3.1 \log_{10} -Stufen (B) respektive 0.6 (E, K) bis 2.0 \log_{10} -Stufen (B) und (iv) an der Keule auf 2.3 (H) bis 3.6 \log_{10} -Stufen (K), 1.6 (H) bis 2.7 \log_{10} -Stufen (B) respektive 1.0 (J) bis 2.2 \log_{10} -Stufen (B). Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung (Abbildung 64) schwankte der Median von 2.5 (M) bis 3.7 $\log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$ (J). Die Streuung, der 80%-Bereich sowie der Quartilsabstand beliefen sich auf 2.2 (B, D) bis 3.0 \log_{10} -Stufen (K, R), 1.3 (J) bis 2.1 \log_{10} -Stufen (K) respektive 0.5 (J) bis 1.1 \log_{10} -Stufen (B, K).

Zwischen den 12 Betrieben (Probenerhebung von 30 oder 60 Schlachttierkörpern) zeigte die ANOVA signifikante Unterschiede in den GKZ-Ergebnissen ($p < 0.05$). Im Bonferroni Folgetest erwiesen sich die Unterschiede am Hals für 14 (21.2%), an der Brust für 5 (7.6%), an der Flanke für 18 (27.3%), an der Keule für 0 (0.0%) und bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung für 11 (16.7%) der 66 Paarvergleiche als signifikant ($p < 0.05$).

Tabelle 32: GKZ-Ergebnisse (\log_{10} KBE cm^{-2}) von Rinderschlachttierkörpern aus 18 Kleinbetrieben der Schweiz (Dez. 05 bis Nov. 06)

	n	Hals			Brust			Flanke			Keule			„Tierkörper“		
		x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$	x	s	$\log A$
Betrieb A	10	3.02	1.18	4.62	3.37	0.99	4.50	2.85	1.22	4.56	3.81	0.57	4.18	3.78	0.56	4.14
Betrieb B	30	3.01	0.74	3.64	3.08	0.77	3.76	2.84	1.13	4.31	2.69	1.05	3.96	3.42	0.63	3.88
Betrieb C	60	2.94	0.64	3.41	2.83	0.83	3.62	2.56	0.79	3.28	2.57	0.82	3.34	3.02	0.66	3.52
Betrieb D	30	3.00	0.69	3.55	2.83	0.82	3.60	2.31	0.96	3.37	2.52	0.90	3.45	3.10	0.58	3.49
Betrieb E	30	3.02	0.67	3.54	2.17	0.82	2.94	2.11	0.85	2.94	2.22	0.83	3.01	2.96	0.61	3.39
Betrieb F	6	1.94	0.45	2.17	3.06	1.18	4.66	2.80	1.40	5.06	2.76	0.96	3.82	3.23	1.00	4.38
Betrieb G	60	2.58	0.90	3.51	2.36	0.74	2.99	2.10	0.73	2.71	2.43	0.81	3.19	2.80	0.66	3.30
Betrieb H	30	2.44	0.85	3.27	2.32	0.92	3.29	2.04	0.72	2.64	2.26	0.69	2.81	2.78	0.63	3.24
Betrieb I	60	3.51	0.80	4.25	2.46	0.74	3.09	1.98	0.56	2.34	2.43	0.79	3.15	3.20	0.60	3.61
Betrieb J	30	2.64	1.00	3.79	3.00	0.79	3.72	3.53	1.08	4.87	2.86	0.79	3.58	3.57	0.57	3.94
Betrieb K	30	2.71	0.88	3.60	2.85	0.95	3.89	2.01	0.74	2.64	2.75	1.03	3.97	3.18	0.78	3.88
Betrieb L	9	2.67	1.14	4.17	2.79	0.84	3.60	1.84	0.49	2.12	2.43	0.92	3.40	3.04	0.74	3.67
Betrieb M	60	2.41	0.78	3.11	2.37	0.68	2.90	2.04	0.53	2.36	2.34	0.85	3.17	2.65	0.69	3.20
Betrieb P	60	3.20	0.84	4.01	2.34	0.81	3.10	2.00	0.55	2.35	2.49	0.82	3.26	3.07	0.57	3.44
Betrieb Q	20	3.03	0.78	3.73	3.18	0.92	4.15	2.68	0.92	3.65	2.87	1.08	4.21	3.59	0.56	3.95
Betrieb R	30	3.47	1.00	4.62	2.92	1.04	4.17	2.42	0.92	3.39	2.46	0.84	3.27	3.46	0.74	4.09
Betrieb S	20	2.77	0.94	3.79	2.95	0.86	3.80	2.64	1.05	3.91	2.82	1.01	3.99	3.22	0.80	3.96
Betrieb T	20	2.14	0.85	2.97	2.46	0.82	3.23	2.35	1.21	4.04	2.51	0.93	3.51	2.79	0.90	3.72
Betriebs- übergreifend	595	2.88	0.90	3.81	2.63	0.87	3.50	2.31	0.90	3.24	2.54	0.88	3.43	3.08	0.71	3.66

x, Mittelwert \log_{10} KBE cm^{-2} ; s, Standardabweichung der \log_{10} -Werte; $\log A$, berechneter \log_{10} Mittelwert cm^{-2} ($\log A = x + \ln 10 \cdot s^2 / 2$)

Für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung war der geringe Anteil signifikanter Unterschiede in den GKZ-Ergebnissen der ausgewählten Betriebe auffällig (Tabelle 33). Zudem lagen die Werte des Betriebes M auf einem eher tieferen und diejenigen des Betriebes J auf einem eher höheren Niveau.

Tabelle 33: Bonferroni-Paarvergleiche der GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern aus 12 Kleinbetrieben (n=30 oder 60 pro Betrieb)

Betriebe	B	C	D	E	G	H	I	J	K	M	P	R
B	-	N	N	N	S	S	N	N	N	S	N	N
C	N	-	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N
D	N	N	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N
E	N	N	N	-	N	N	N	N	N	N	N	N
G	S	N	N	N	-	N	N	S	N	N	N	S
H	S	N	N	N	N	-	N	S	N	N	N	S
I	N	N	N	N	N	N	-	N	N	S	N	N
J	N	S	N	N	S	S	N	-	N	S	N	N
K	N	N	N	N	N	N	N	N	-	N	N	N
M	S	N	N	N	N	N	S	S	N	-	N	S
P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-	N
R	N	N	N	N	S	S	N	N	N	S	N	-

N, nicht signifikant; S, signifikant

5.4.1.2. Vergleich der GKZ-Ergebnisse der Entnahmestellen

Der Vergleich der GKZ-Ergebnisse der Probenentnahmestellen (Hals, Brust, Flanke, Keule) zeigte, dass die durchschnittlich höchsten Werte (\bar{x}) in neun Betrieben (C, D, E, G, H, I, M, P, R) am Hals, in sechs Betrieben (B, F, K, L, Q, S) an der Brust, in zwei Betrieben (A, T) an der Keule und in einem Betrieb (J) an der Flanke nachgewiesen wurden, während die durchschnittlich niedrigsten Werte in 14 Betrieben (A, C, D, E, G, H, I, K, L, M, P, Q, R, S) an der Flanke, in drei Betrieben (F, J, T) am Hals und in einem Betrieb (B) an der Keule vorlagen (Tabelle 32). Bei Betrachtung der $\log_{10}A$ -Werte ergab sich aufgrund der Unterschiede in den Standardabweichungen, auch infolge der unterschiedlichen Probenzahlen, ein teilweise abweichendes Bild.

Betriebsübergreifend wiesen der Hals die höchsten und die Flanke die tiefsten Durchschnittswerte auf.

In den 12 Betrieben, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (n=30: B, D, E, H, J, K, R; n=60: C, G, I, M, P), schwankte die Streuung der mittleren Keimbelastung (\bar{x}) zwischen den Lokalisationen innerhalb der Betriebe von 0.4 (B, C, H, M) bis 1.5 \log_{10} -Stufen (I). Diese Streuung belief sich in fünf Betrieben (B, C, G, H, M) auf <0.5 \log_{10} -Stufen, lag in vier Betrieben (D, E, J, K) zwischen 0.5 und 1.0 \log_{10} -Stufen und überstieg lediglich in drei Betrieben (I, P, R) 1.0 \log_{10} -Stufen. Betriebsübergreifend schwankten die Unterschiede von 0.1 bis 0.6 \log_{10} -Stufen.

Die ANOVA zeigte in 10 (C, D, E, G, I, J, K, M, P, R) der 12 Betriebe (Probenerhebung von 30 oder 60 Schlachttierkörpern) signifikante Unterschiede in den GKZ-Ergebnissen der Entnahmestellen ($p < 0.05$). Im Bonferroni Folgetest (Tabelle 34) erwiesen sich die Unterschiede zwischen den GKZ der Entnahmestellen Hals und Flanke am häufigsten als signifikant ($p < 0.05$). Dabei wies der Hals oftmals höhere und die Flanke eher tiefere Ergebnisse als die anderen Lokalisationen auf. Im Betrieb I unterschieden sich die GKZ in allen Paarvergleichen, ausser in der Kombination Brust – Keule, signifikant ($p < 0.05$). Betriebsübergreifend unterschieden sich die GKZ in allen Paarvergleichen, ausser der Kombination Brust - Keule, signifikant ($p < 0.05$).

Tabelle 34: Signifikante Unterschiede zwischen den GKZ-Ergebnissen der Entnahmestellen von Rinderschlachttierkörpern aus 12 Kleinbetrieben (Betriebe B-E, G-J, K, M, P, R; ANOVA, Bonferroni)

Entnahmestelle	Hals	Brust	Flanke	Keule
Hals	-	E, I, P	C, D, E, G, I, J, K, M, P, R	E, I, P, R
Brust	E, I, P	-	I, K	
Flanke	C, D, E, G, I, J, K, M, P, R	I, K	-	I, J, K, P
Keule	E, I, P, R		I, J, K, P	-

5.4.1.3. Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der Betriebe gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005

Gemäss den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und der Anleitung des BVET „zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben“ wurden die Ergebnisse der Entnahmestellen und der Schlachttierkörper („berechnete vertikale Poolprobe“) als „befriedigend“, „akzeptabel“ oder „unbefriedigend“ beurteilt. Der prozentuale Anteil akzeptabler und unbefriedigender Ergebnisse an der Gesamtprobenzahl ist in Tabelle 35 aufgeführt. In dieser Auswertung wurden nur diejenigen 12 Betriebe berücksichtigt, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R). Gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und Anleitung des BVET sind grundsätzlich die Tagesdurchschnittswerte von vertikalen Poolproben mittels der aufgeführten Grenzl原因en zu beurteilen.

Zur graphischen Verdeutlichung wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Grenzl原因en in der Boxplotdarstellung eingezeichnet (Abbildung 64) und von drei ausgewählten Betrieben (G, I, P; Probenerhebung von jeweils fünf Schlachttierkörpern pro Entnahmetag) (i) die Verlaufskurven der GKZ-Ergebnisse an den Entnahmestellen (Abbildung 65 bis 67) sowie (ii) die Einzelwerte und Tagesdurchschnittswerte der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung zusammen mit den Grenzl原因en dargestellt (Abbildungen 68 bis 70).

Aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen belief sich der Anteil befriedigender Ergebnisse in keinem Betrieb auf $\geq 90\%$, in den Betrieben E, G, H, K und M auf $\geq 80\%$ und in zwei weiteren Betrieben (C, D) auf $\geq 70\%$. Auffallend waren insbesondere (i) die Betriebe I, P und R, die am Hals $< 50\%$, $\leq 60\%$ respektive $< 50\%$ befriedigende Ergebnisse aufwiesen, an den anderen Lokalisationen jedoch $\geq 80\%$ sowie (ii) der Betrieb J, der an der Flanke $< 40\%$ befriedigende Ergebnisse aufwies, an den anderen Lokalisationen jedoch $> 70\%$. Unbefriedigende Ergebnisse wurden nur vereinzelt gefunden. Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung wurden in den Betrieben G, H und M $> 80\%$, in den Betrieben C, E und P $> 70\%$ und in den Betrieben D, I und K $> 60\%$ der Ergebnisse als „befriedigend“ beurteilt.

An den einzelnen Entnahmestellen schwankte der Anteil befriedigender Ergebnisse von 37% bis 100%. Der geringste Anteil befriedigender Ergebnisse wurde am Hals in den Betrieben I und R (47%), an der Brust in den Betrieben B und J (73%), an der Flanke im Betrieb J (37%), gefolgt vom Betrieb B (67%), und an der Keule im Betrieb B (70%), gefolgt vom Betrieb J (77%), nachgewiesen. Insgesamt wurde in sechs Betrieben am Hals (D, E, G, I, P, R), in drei Betrieben an der Brust (C, H, K), in zwei Betrieben an der Flanke (B, J) und in einem Betrieb an der Keule (M) der geringste Anteil befriedigender Ergebnisse nachgewiesen. Betriebsübergreifend lag der Anteil befriedigender Ergebnisse zwischen 76% (Hals) und 88% (Flanke).

5.4.1.4. Betriebsübergreifende Auswertung der GKZ-Ergebnisse (Schlacht tierkörper)

Die betriebsübergreifende Darstellung der nach Schlacht tierkörper zusammengefassten GKZ-Ergebnisse („berechnete vertikale Poolprobe“) in Form einer „Verlaufskurve“ erlaubt es, Unterschiede zwischen den Betrieben zu erkennen (Abbildung 71). In dieser Auswertung wurden nur diejenigen 12 Betriebe berücksichtigt, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlacht tierkörpern erhoben wurden (n=30: B, D, E, H, J, K, R; n=60: C, G, I, M, P).

Betriebsübergreifend lag der Median bei $3.1 \log_{10}$ KBE cm^{-2} und der 95%-, 80%- und 50%-Bereich (Quartilsabstand) belief sich auf 2.5, 1.9 sowie 1.1 \log_{10} -Stufen (Tabelle 36). Die Anteile befriedigender, akzeptabler und unbefriedigender Ergebnisse lagen bei 71.4%, 28.6% und 0.0% (Verordnung (EG) Nr.2073/2005; Anleitung BVET).

Tabelle 36: Betriebsübergreifende Percentile der GKZ-Ergebnisse von Rinderschlacht tierkörpern aus 12 Kleinbetrieben (B-D, E, G-K, M, P, R)

	2.5. Percentil	10. Percentil	25. Percentil	50. Percentil	75. Percentil	90. Percentil	97.5. Percentil
GKZ	1.78	2.11	2.52	3.06	3.58	3.99	4.27

5.4.1.5. Grenzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten (QRK) der GKZ-Ergebnisse (Schlachttierkörper)

Basierend auf der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung („berechnete vertikale Poolprobe“) wurden für die GKZ-Ergebnisse derjenigen Betriebe, in welchen Proben von jeweils fünf Schlachttierkörper pro Entnahmetag erhoben werden konnten (G, I, P), die Grenzlinien für betriebsspezifische Mittelwert-QRK berechnet (Tabelle 37).

Die höchsten oberen Grenzlinien wurden im Betrieb I festgestellt. Im Betrieb G überschritten jeweils drei Werte die oberen Grenzlinien (zweimal OEG, einmal OWG) respektive die unteren Grenzlinien (einmal UEG, zweimal UWG), während in den Betrieben I und P jeweils ein Wert über den oberen Grenzlinien (OEG) und zwei Werte unter den unteren Grenzlinien (UEG) lagen.

Tabelle 37: Grenzlinien von Mittelwert-Qualitätsregelkarten der GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern der Betriebe G, I und P (Anzahl beprobter Schlachttierkörper pro Betrieb: n=60)

	OEG	UEG	OWG	UWG	μ
Betrieb G	3.30	2.24	3.11	2.43	2.77
Betrieb I	3.67	2.73	3.50	2.90	3.20
Betrieb P	3.51	2.63	3.35	2.79	3.07

OEG: obere Eingriffsgrenze
 UEG: untere Eingriffsgrenze
 μ : Prozessmittelwert

OWG: obere Warngrenze
 UWG: untere Warngrenze

5.4.2. *Enterobacteriaceae*

5.4.2.1. Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse der Betriebe

Der Anteil der Entnahmestellen sowie Schlachttierkörper, auf welchen *Enterobacteriaceae* nachgewiesen wurden, schwankte insgesamt von 0.0% bis 50.0% respektive 0.0% bis 70.0% (Tabelle 38).

In den folgenden Auswertungen (Abbildung 72) wurden nur diejenigen 12 Betriebe berücksichtigt, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (n=30: B, D, E, H, J, K, R; n=60: C, G, I, M, P). Von drei Betrieben, in welchen Proben von jeweils fünf Schlachttierkörpern pro Entnahmetag erhoben werden konnten (G, I, P), wurde zusätzlich der Verlauf der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate über den Probenentnahmezeitraum aufgeführt (Abbildungen 73 bis 75).

Aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen wurden in den 12 Betrieben die höchsten Werte (i) am Hals im Betrieb C (50.0%), (ii) an der Brust in den Betrieben C, D und R (10.0%), (iii) an der Flanke im Betrieb C (22.0%) und (iv) an der Keule im Betrieb B (10.0%) nachgewiesen. Bei den Schlachttierkörpern wurde in einem Betrieb eine Nachweisrate >50% (C), in vier Betrieben Nachweisraten zwischen 20% und 50% (B, D, E, R) sowie in sieben Betrieben Nachweisraten <20% (G, H, I, J, K, M, P) gefunden (Tabelle 38).

Zwischen den 12 Betrieben erwiesen sich die Unterschiede in den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten am Hals für 20 (30.3%; insbesondere Betrieb C), an der Flanke für 10 (15.2%; insbesondere Betrieb C), an Brust und Keule für jeweils 6 (9.1%) sowie bei den Schlachttierkörpern für 21 (31.8%) der 66 Paarvergleiche als signifikant ($p < 0.05$). Beim *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf den Schlachttierkörpern (Tabelle 39) zeigten die Betriebe C, D und R mehrheitlich signifikant höhere Ergebnisse als die anderen Betriebe ($p < 0.05$), während die Ergebnisse des Betriebes J eher auf einem tieferen Niveau lagen ($p < 0.05$).

Tabelle 38: *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern aus 18 Kleinbetrieben der Schweiz (Dez. 05 bis Nov. 06)

	n	Hals			Brust			Flanke			Keule			Tierkörper	
		Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)	Max	logN	Pos	(%)
Betrieb A	10	2	(20.0)	1.90	2.08	0	(0.0)	-	-	1	(10.0)	1.60	1.60	3	(30.0)
Betrieb B	30	3	(10.0)	1.60	2.08	2	(6.7)	2.20	2.30	1	(3.3)	1.60	1.60	6	(20.0)
Betrieb C	60	30	(50.0)	2.90	3.78	6	(10.0)	2.30	2.72	13	(21.7)	3.24	3.43	33	(55.0)
Betrieb D	30	6	(20.0)	2.30	2.75	3	(10.0)	1.60	2.08	1	(3.3)	1.90	1.90	10	(33.3)
Betrieb E	30	5	(16.7)	2.45	2.81	1	(3.3)	1.90	1.90	0	(0.0)	-	-	7	(23.3)
Betrieb F	6	0	(0.0)	-	-	1	(16.7)	1.60	1.60	0	(0.0)	-	-	2	(33.3)
Betrieb G	60	2	(3.3)	1.90	2.08	1	(1.7)	1.60	1.60	2	(3.3)	2.30	2.38	5	(8.3)
Betrieb H	30	1	(3.3)	1.60	1.60	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	-	-	2	(6.7)
Betrieb I	60	10	(16.7)	1.90	2.64	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	-	-	10	(16.7)
Betrieb J	30	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	-	-	1	(3.3)
Betrieb K	30	1	(3.3)	1.60	1.60	2	(6.7)	1.60	1.90	0	(0.0)	-	-	5	(16.7)
Betrieb L	9	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)
Betrieb M	60	3	(5.0)	1.90	2.20	1	(1.7)	1.60	1.60	1	(1.7)	1.60	1.60	7	(11.7)
Betrieb P	60	5	(8.3)	2.72	2.83	0	(0.0)	-	-	0	(0.0)	-	-	5	(8.3)
Betrieb Q	20	8	(40.0)	2.68	2.96	5	(25.0)	2.56	2.88	4	(20.0)	3.32	3.35	14	(70.0)
Betrieb R	30	6	(20.0)	2.30	2.75	3	(10.0)	4.23	4.24	2	(6.7)	2.83	2.86	11	(36.7)
Betrieb S	20	2	(10.0)	2.81	2.90	1	(5.0)	2.08	2.08	0	(0.0)	-	-	5	(25.0)
Betrieb T	20	1	(5.0)	1.60	1.60	2	(10.0)	3.12	3.13	1	(5.0)	1.90	1.90	3	(15.0)
Betriebsübergreifend	595	85	(14.3)	2.90	4.05	28	(4.7)	4.23	4.32	26	(4.4)	3.32	3.79	129	(21.7)

Pos%, Prozentualer Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Proben; Max, Maximum (\log_{10} KBE cm⁻²); logN, \log_{10} der summierten Keimzahlen cm⁻²

Quantitativ schwankten die *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse der 12 Betriebe (n=30: B, D, E, H, J, K, R; n=60: C, G, I, M, P) von Werten unterhalb der Nachweisgrenze bis $4.23 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (Tabelle 38). Die *Enterobacteriaceae*-Zahlen positiver Proben lagen überwiegend zwischen der Nachweisgrenze und $2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . Insgesamt überstiegen 39 Proben (Betriebe B, C, D, E, G, J, M, P, R) den Wert von $2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} , wobei acht Proben aus dem Betrieb C, eine aus dem Betrieb P und zwei aus dem Betrieb R über $2.5 \log_{10}$ KBE cm^{-2} lagen.

Die Berechnung von \bar{x} respektive $\log_{10}A$ setzt eine Normalverteilung der Ergebnisse voraus. Da die Nachweisraten stets $<80\%$ lagen, wurde alternativ $\log_{10}N$ ermittelt (Tabelle 38). Die höchsten $\log_{10}N$ -Werte wurden bei der Probenerhebung von 30 (Betriebe B, D, E, H, J, K, R) respektive 60 Schlachttierkörpern (Betriebe C, G, I, M, P) (i) am Hals in den Betrieben E und R (2.8) respektive im Betrieb C (3.8), (ii) an der Brust im Betrieb R (4.2) respektive im Betrieb C (2.7), (iii) an der Flanke im Betrieb R (2.9) respektive im Betrieb C (3.4) und (iv) an der Keule in den Betrieben E und J (2.5) respektive im Betrieb C (3.4) gefunden.

Tabelle 39: Signifikante Unterschiede in den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten von Rinderschlachttierkörpern aus 12 Kleinbetrieben (Probenerhebung von 30 oder 60 Schlachttierkörpern)

Betriebe	B	C	D	E	G	H	I	J	K	M	P	R
B	-	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
C	S	-	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N
D	N	N	-	N	S	S	N	S	N	S	S	N
E	N	S	N	-	N	N	N	S	N	N	N	N
G	N	S	S	N	-	N	N	N	N	N	N	S
H	N	S	S	N	N	-	N	N	N	N	N	S
I	N	S	N	N	N	N	-	N	N	N	N	S
J	N	S	S	S	N	N	N	-	N	N	N	S
K	N	S	N	N	N	N	N	N	-	N	N	N
M	N	S	S	N	N	N	N	N	N	-	N	S
P	N	S	S	N	N	N	N	N	N	N	-	S
R	N	N	N	N	S	S	S	S	N	S	S	-

N, nicht signifikant; S, signifikant

5.4.2.2. Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse der Entnahmestellen

Bei dieser Auswertung wurden nur diejenigen 12 Betriebe berücksichtigt, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R). Der Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten an Hals, Brust, Flanke und Keule zeigte, dass die höchsten Werte überwiegend am Hals nachgewiesen wurden, während die niedrigsten Werte überwiegend an der Flanke vorlagen (Tabelle 38). In acht Betrieben (B, D, G, H, J, K, M, R) erwiesen sich die Unterschiede in den Nachweisraten als nicht signifikant. In den Betrieben C, I, P sowie betriebsübergreifend war der Hals signifikant häufiger mit *Enterobacteriaceae* kontaminiert ($p < 0.05$). Von den 39 Proben mit Keimzahlen $> 2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} stammten 19 vom Hals (C, D, E, P, R), acht von der Keule (B, C, E, J, M, R), sieben von der Flanke (C, G, R) und fünf von der Brust (B, C, R). Die höchsten $\log_{10}N$ -Werte wurden oftmals am Hals nachgewiesen (Tabelle 38). Innerhalb der fünf Betriebe, in welchen *Enterobacteriaceae* an allen Lokalisationen gefunden wurden (B, C, D, M, R), unterschieden sich die $\log_{10}N$ -Werte um 0.6 bis 1.9 \log_{10} -Stufen.

5.4.2.3. Gegenüberstellung der GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

Beim Vergleich der GKZ-Ergebnisse mit den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten wurden nur die 12 Betriebe berücksichtigt, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R). Für den „Schlachttierkörper“ wurde bei den GKZ-Ergebnissen die „berechnete vertikale Poolprobe“ verwendet, während bei den *Enterobacteriaceae* der Schlachttierkörper beim Nachweis auf einer der vier Entnahmestellen als „positiv“ gewertet wurde. Dabei liessen sich keine eindeutigen Trends erkennen (Abbildungen 76 bis 80; Tabelle 41). Innerhalb der Betriebe erwies sich die Beziehung zwischen der GKZ-Höhe und dem *Enterobacteriaceae*-Nachweis am Hals in vier Betrieben (B, C, D, M), an der Brust in zwei Betrieben (C, R), an der Flanke in drei Betrieben (C, G, R), an der Keule in sechs Betrieben (B, C, D, K, M, R) und für die Schlachttierkörper in vier Betrieben (C, M, P, R) als signifikant (t-Test, $p < 0.05$).

Tabelle 41: Mittelwerte der GKZ-Ergebnisse (\log_{10} KBE cm^{-2}) und *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten (% positiv) von Rinderschlachtierkörpern aus 12 Kleinbetrieben der Schweiz, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachtierkörpern erhoben wurden (Dez. 05 bis Nov. 06)

	n	Hals		Brust		Flanke		Keule		"Tierkörper"	
		GKZ <i>Enterobact.</i>		GKZ <i>Enterobact.</i>		GKZ <i>Enterobact.</i>		GKZ <i>Enterobact.</i>		GKZ <i>Enterobact.</i>	
		x	positiv	x	positiv	x	positiv	x	positiv	x	positiv
Betrieb B	30	3.01	10.0%	3.08	6.7%	2.84	3.3%	2.69	10.0%	3.42	20.0%
Betrieb C	60	2.94	50.0%	2.83	10.0%	2.56	21.7%	2.57	8.3%	3.02	55.0%
Betrieb D	30	3.00	20.0%	2.83	10.0%	2.31	3.3%	2.52	6.7%	3.10	33.3%
Betrieb E	30	3.02	16.7%	2.17	3.3%	2.11	0.0%	2.22	3.3%	2.96	23.3%
Betrieb G	60	2.58	3.3%	2.36	1.7%	2.10	3.3%	2.43	0.0%	2.80	8.3%
Betrieb H	30	2.44	3.3%	2.32	0.0%	2.04	0.0%	2.26	3.3%	2.78	6.7%
Betrieb I	60	3.51	16.7%	2.46	0.0%	1.98	0.0%	2.43	0.0%	3.20	16.7%
Betrieb J	30	2.64	0.0%	3.00	0.0%	3.53	0.0%	2.86	3.3%	3.57	3.3%
Betrieb K	30	2.71	3.3%	2.85	6.7%	2.01	0.0%	2.75	6.7%	3.18	16.7%
Betrieb M	60	2.41	5.0%	2.37	1.7%	2.04	1.7%	2.34	3.3%	2.65	11.7%
Betrieb P	60	3.20	8.3%	2.34	0.0%	2.00	0.0%	2.49	0.0%	3.07	8.3%
Betrieb R	30	3.47	20.0%	2.92	10.0%	2.42	6.7%	2.46	6.7%	3.46	36.7%
Betriebs- übergreifend	510	2.91	14.1%	2.63	3.7%	2.33	3.9%	2.50	3.7%	3.10	20.0%

6. Diskussion

In grösseren Schlachtbetrieben werden die Vorgaben zur Selbstkontrolle, auch in Anbetracht von Zertifizierungsbestrebungen, Marktchancenabwägungen und Kundenforderungen, bereits weitgehend, oftmals auch unter Beizug besonderer Fachkräfte, umgesetzt. Demgegenüber stellt sich die Situation in Kleinbetrieben anders dar. Die Durchführung und Aufzeichnung einfacher visueller Kontrollen inklusive Dokumentation von Temperaturen verbunden mit wenigen, periodisch durchgeführten, mikrobiologischen Untersuchungen zur Kontrolle der Reinigung und Desinfektion sind ohne grössere Probleme anhand vorhandener, betriebsspezifisch anzupassender Konzeptvorschläge realisierbar (Limacher und Ineichen, 2000). Neu ist für viele dieser Betriebe die explizite Forderung nach einer auf den HACCP-Grundsätzen basierenden, dokumentierten, regelmässigen, risikobasierten Überwachung der Hygienebedingungen dar, die auch mikrobiologische Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern fordert. Allerdings ist für kleine Schlachtbetriebe (Betriebe mit geringer Kapazität, Art. 3 VSFK) unter bestimmten Voraussetzungen und nach Genehmigung durch die zuständigen Behörden eine Reduktion der in der Anleitung des BVET vorgegebenen Entnahmehäufigkeiten vorgesehen (Anonym, 2005c; Anonym, 2006c). Auch fehlten bis anhin Angaben zum mikrobiologischen Status von Schlachttierkörpern aus solchen Betrieben.

Daher wurden in der vorliegenden Arbeit für die Tierarten Schwein und Rind in verschiedenen Kleinschlachtbetrieben im Raum Zentral- und Nordostschweiz mittels destruktiver Technik Daten zum mikrobiologischen Status (GKZ, *Enterobacteriaceae*) von Schlachttierkörpern erhoben und anhand dieser Daten verschiedene Aspekte evaluiert und beurteilt. Basierend auf diesen Grundlagen wird ein Konzept zur Durchführung mikrobiologischer Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern in Kleinbetrieben vorgeschlagen.

Bei der Auswertung der mikrobiologischen Ergebnisse von Schweine- und Rinderschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben der Schweiz wurden folgende Aspekte evaluiert und beurteilt:

- Unterschiede in den GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnissen zwischen den Betrieben.
- Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Entnahmestellen der einzelnen Betriebe.
- Verlauf und Beurteilung der GKZ-Ergebnisse der einzelnen Betriebe gemäss den Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005.
- Grenzl意思ien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten der nach Schlachttierkörper zusammengefassten GKZ-Ergebnisse von ausgewählten Betrieben.
- Gegenüberstellung der GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse.
- Grundsätzlich erfolgten die oben genannten Auswertungen aufgeschlüsselt nach den einzelnen Entnahmestellen (Schwein: Hals, Brust, Rücken, Schinken; Rind: Hals, Brust, Flanke, Keule) sowie zusammengefasst nach Schlachttierkörper. Bei der GKZ wurde für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung eine „berechnete vertikale Poolprobe“ verwendet. Hierfür wurde zunächst der Mittelwert der Entnahmestellen berechnet und dieser anschliessend logarithmiert (\log_{10}). Bei den *Enterobacteriaceae* wurde ein Schlachttierkörper bei Nachweis auf einer der vier Entnahmestellen als „positiv“ beurteilt.
- Bei der Auswertung der über den Zeitraum eines Jahres (Dez. 05 - Nov. 06) von Schweineschlachttierkörpern erhobenen Proben aus vier Betrieben (A, H, I, N) wurden mögliche saisonale Einflüsse evaluiert (Dez. 05 - Mai 06; Juni - Nov. 06).
- Bei den Rinderschlachttierkörpern wurde in den weiterführenden Untersuchungen die in den einzelnen Betrieben unterschiedliche Anzahl beprobter Schlachttierkörper ($n=60$, $n=30$, $n<30$) berücksichtigt.

6.1. Mikrobiologische Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben

6.1.1. GKZ-Ergebnisse: Betriebe und Entnahmestellen

Anhand der Verlaufskurven der GKZ-Ergebnisse der Teilprojekte 1 und 2 (Dez. 05 - Mai 06: Betriebe A bis O; Juni - Nov. 06: Betriebe 1 bis 11) liess sich innerhalb der Betriebe für Schweineschlachttierkörper ein relativ konstantes Streuungsmuster der Keimbelastung mit tendenziellem Verlauf auf konstantem Niveau erkennen. Allerdings variierte die Lage dieses Niveaus zwischen den Betrieben. Sowohl an den einzelnen Entnahmestellen wie auch bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung zeigten sich zwischen den 26 Betrieben deutliche, oftmals statistisch signifikante **Unterschiede**. Insgesamt unterschieden sich die durchschnittlichen Ergebnisse zwischen den Betrieben an den Entnahmestellen um über $2.5 \log_{10}$ -Stufen und für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung um annähernd $2.0 \log_{10}$ -Stufen. Zum direkten Vergleich der Ergebnisse der Betriebe sowie zur Beurteilung der Form der Verteilung (Quartilsabstand) hat sich die Boxplotdarstellung als sehr geeignet erwiesen.

Die GKZ-Ergebnisse dieser Teilprojekte liessen sich, insbesondere für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung, in drei Kategorien einteilen:

- Die GKZ-Ergebnisse aus den Betrieben A, G, L, N sowie 8 und 11 lagen auf einem zumeist höheren Niveau als in den anderen Betrieben. Der Mittelwert der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung lag jeweils über dem Wert von $3.8 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (Maximum: $4.3 \log_{10}$ KBE cm^{-2} , Betrieb 11). Diese Werte lassen sich vermutlich auf betriebsspezifische, systematische Schwachstellen im Schlachtprozess zurückführen. Im Betrieb L wurde beispielsweise kein Abflammschritt durchgeführt. Wenn auch die Literaturdaten zur Effektivität des Abflammens in Abhängigkeit vom angewandten System variieren (Yu et al., 1999; Rivas et al., 2000; Bolton et al., 2002; Bryant et al., 2003; Pearce et al., 2004; Spescha et al., 2006), kann jedoch bei einem gesonderten Abflammschritt grundsätzlich von einer Keimreduktion ausgegangen werden (Wyss, 2005; Spescha et al., 2006).

- Die Ergebnisse aus dem Betrieb O sowie, wenn auch weniger ausgeprägt, aus den Betrieben E, I, K und M lagen auf einem eher tieferen Niveau als in den anderen Betrieben. Der Mittelwert der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung lag jeweils unter dem Wert von $3.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (Minimum: $2.4 \log_{10}$ KBE cm^{-2} , Betrieb O).
- Die übrigen 14 Betriebe bildeten das „Mittelfeld“, wobei der Mittelwert der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung zwischen 3.0 und $3.8 \log_{10}$ KBE cm^{-2} lag.

Diese Feststellungen unterstreichen die **Betriebsspezifität** solcher Ergebnisse. Die Bewertung mikrobiologischer Verifikationsuntersuchungen von Schlachttierkörpern sollte daher grundsätzlich auf der Basis betriebseigener, vergleichbarer Daten erfolgen (Vanne et al., 1996). Die in der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 (Anonym, 2005a) und der Anleitung des BVET „zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben“ (Anonym, 2006c) vorgegebenen betriebsübergreifenden Bewertungskriterien können daher nur als „Baseline“ angesehen werden (Pearce et al., 2004; Zweifel et al., 2005a).

Ein weiterer in diesem Zusammenhang zu berücksichtigender Faktor ist der **Zeitpunkt der Probenentnahme**. Am Ende der Schlachtlinie oder im Kühlraum erhobene Keimzahlen von Schlachttierkörpern können sich deutlich unterscheiden. In vorangehenden Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass der Kühlprozess zu einer Reduktion der Keimzahlen um $>1.0 \log_{10}$ -Stufen führen kann, wenn sich auch lokalisationspezifische Unterschiede zeigten (Spescha et al., 2006). Diese Reduktionen erfolgten insbesondere zu Beginn des Kühlprozesses und sind von der eingesetzten Luftgeschwindigkeit abhängig. Eine hohe Luftgeschwindigkeit führt zu einer schnellen Abtrocknung der Oberfläche und dadurch zu einer Keimreduktion. Allerdings sind in der Literatur, abhängig von Temperatur, Luftgeschwindigkeit, Abstand zwischen den Schlachttierkörpern und Dauer der Kühlung, sowohl Zunahmen, Abnahmen wie auch gleich bleibende Keimzahlen beschrieben (Yu et al., 1999; Bolton et al., 2002; Chang et al., 2003; Gill und Landers, 2004; Pearce et al., 2004). Dadurch kann die Vergleichbarkeit von Ergebnissen nachhaltig beeinflusst werden.

Der Vergleich der mittleren GKZ-Ergebnisse der **Entnahmestellen** zeigte, dass die höchsten Werte zumeist an der Lokalisation Rücken (17/26 Betriebe) und die niedrigsten Werte zumeist an der Lokalisation Schinken nachgewiesen wurden (18/26 Betriebe). Die auffälligsten Abweichungen lagen in den Betrieben A, G, H, O, 2 und 6 vor, bei welchen die Lokalisation Hals die höchste Keimbelastung aufwies. Insbesondere auf den Schlachttierkörpern des Betriebes A zeigte sich ein deutliches „cranio-caudales Gefälle“. Dieses ist möglicherweise auf das während der Schlachtung eingesetzte, über die Schlachttierkörper abfliessende Wasser sowie auf Kontakte mit anderen Schlachttierkörpern und Einrichtungen zurückzuführen. Diese Feststellungen unterstreichen, dass sich Schwachstellen im Schlachtprozess lokalisationspezifisch auswirken können. Für die Beurteilung in der Praxis sind jedoch, unabhängig von statistischer Signifikanz, nur Unterschiede $>0.5 (\bar{x})$ bzw. $>1.0 \log_{10}$ -Stufen ($\log_{10}A$) von Bedeutung (Jarvis, 1989; Gill und McGinnis, 1999).

Der Vergleich der Ergebnisse mit **Literaturdaten** wird durch verschiedene Faktoren erschwert: variierende Probenentnahmetechniken, -stellen und -flächen, variierende Auswertungs- und Darstellungsarten (Einzelproben, horizontale oder vertikale Poolproben), Bearbeitung spezifischer Problemstellungen an einzelnen Schlachtprozessstufen, fehlende Daten aus Kleinbetrieben.

In der Schweiz fehlten bis anhin mikrobiologische Daten aus Kleinbetrieben. Allerdings existieren destruktiv und insbesondere nicht-destruktiv (NTT) ermittelte Daten aus Grossbetrieben. Basierend auf destruktiven Daten schwankten die Jahresdurchschnittsergebnisse eines Grossbetriebs von 3.5 bis 4.2 \log_{10} KBE cm^{-2} (Wyss, 2005). Andererseits lagen die mittleren Ergebnisse von mittels NTT beprobten Schlachttierkörpern (vertikale Poolproben) verschiedener Grossbetriebe zwischen 2.2 und 3.7 \log_{10} KBE cm^{-2} (Zweifel et al., 2005b). In einem dieser Betriebe wurden zudem 150 Schlachttierkörper destruktiv beprobt. Die mittlere Keimbelastung (3.1 \log_{10} KBE cm^{-2}) lag dabei im Mittel um 0.4 \log_{10} -Stufen höher als bei Anwendung der NTT. Keimzahl-Unterschiede in dieser Grössenordnung wurden mehrfach zwischen den Verfahren nachgewiesen (Gill und Jones, 2000; Kleiner und Hilgert, 2004).

Lokale Nischenmärkte gewinnen auch in Nationen wie den USA mit weitgehender Industrialisierung der Fleischgewinnung und -verarbeitung zunehmend an Bedeutung (Honeyman et al., 2006). Allerdings liegen in der Literatur der letzten sechs Jahre lediglich Arbeiten aus Kanada, Schweden und Irland vor, die sich explizit mit dem mikrobiologischen Status von Schweineschlachttierkörpern aus „kleineren Betrieben“ befassen haben (Hansson, 2001; Bolton et al., 2002; Bryant et al., 2003). In der schwedischen Studie wurden Schlachttierkörper aus vier Betrieben mit einer jährlichen Schlachtleistung von 450 bis 800 Schweinen nicht-destruktiv beprobt (Hansson, 2001). Die mittlere Keimbelastung lag am Ende der Schlachtlinie bei $3.3 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . Zudem wurde festgestellt, dass dieser Durchschnittswert mit demjenigen von Grossbetrieben vergleichbar war. Allerdings zeigten sich zwischen den Kleinbetrieben grössere Unterschiede in den Ergebnissen, wobei die Keimbelastung, vergleichbar mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit, von 2.5 bis $4.7 \log_{10}$ KBE cm^{-2} schwankte. Im irischen Betrieb mit einer täglichen Schlachtleistung von 80 Schweinen lag die mittlere Keimbelastung gekühlter Schlachttierkörper (nicht-destruktive Probenentnahme) an verschiedenen Entnahmestellen zwischen 4.5 und $4.7 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (Bolton et al., 2002).

Des Weiteren wurden in zwei kleineren Arbeiten aus Deutschland mittels destruktiver Entnahmetechnik Schweineschlachttierkörper (vertikale Poolproben) aus verschiedenen grossen Betrieben beprobt. In einer Studie schwankte die mittlere Keimbelastung von Schlachttierkörpern aus zwei mittelgrossen und einem kleinen Betrieb von 3.6 bis $4.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (Schönenbrücher et al., 2003), während in der anderen Studie der monatliche Medianwert von Schlachttierkörpern aus einem mittelständischen Direktvermarkterbetrieb zwischen 3.0 und $3.5 \log_{10}$ KBE cm^{-2} lag.

Weltweit existieren zahlreiche Arbeiten zum mikrobiologischen Status von Schweineschlachttierkörpern aus Grossbetrieben. Dabei wurden jedoch überwiegend nicht-destruktive Entnahmetechniken angewandt. Ausgewählte Studien der letzten Jahre sind im Folgenden kurz aufgeführt. Insbesondere aus Kanada liegen umfassende Daten vor.

In acht kanadischen Betrieben schwankte die mittlere Keimbelastung bei nicht-destruktiver Probenentnahme zwischen den Betrieben von 1.7 bis 3.6 \log_{10} KBE cm^{-2} (Gill et al., 2000). Die Autoren folgerten, dass bei Einhaltung adäquater Hygienemassnahmen und dem Einsatz geeigneter, in den USA und Kanada weit verbreiteter Dekontaminations-Massnahmen Keimzahlen $<2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} auf den Schlachttierkörpern zu erreichen sind. Interessanterweise zeigte eine weitere Studie von Gill und Landers (2004), dass auch ohne Dekontaminations-Massnahmen niedrige Keimzahlen in dieser Grössenordnung zu erreichen sind.

In Europa sind Dekontaminations-Massnahmen für Schlachttierkörper nicht empfohlen oder nicht zugelassen (Smulders und Greer, 1998; Bolton et al., 2001). In einer Arbeit aus Grossbritannien wurde bei destruktiver Probenentnahme eine mittlere Keimbelastung von 4.5 und bei nicht-destruktiver Probenentnahme eine solche von 2.4 \log_{10} KBE cm^{-2} festgestellt (Hutchison et al., 2005), während in einem irischen Grossbetrieb bei nicht-destruktiver Probenentnahme die Keimzahlen an den Entnahmestellen von 3.2 bis 3.7 \log_{10} KBE cm^{-2} schwankten (Pearce et al., 2004).

Zusammenfassend lässt sich anhand der vorliegenden, vorangehend aufgeführten Literaturangaben feststellen, dass die mikrobiologischen Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben der Schweiz im Vergleich zu den aufgeführten Werten, soweit sich diese grundsätzlich vergleichen lassen, oftmals auf einem vergleichbaren Niveau lagen und sich insbesondere, analog zu der in Schweden durchgeführten Untersuchung (Hansson, 2001), kaum auffällig von denjenigen von Grossbetrieben unterschieden. Auch bewegten sich die Streuungen zwischen den Entnahmetagen auf einem relativ konstanten Niveau.

Zur Evaluation möglicher **saisonaler Einflüsse** wurden in vier, aufgrund ihrer unterschiedlichen Keimbelastung ausgewählten Betrieben (A, H, I, N) über einen Zeitraum eines Jahres je 100 Schweineschlachttierkörper mikrobiologisch untersucht (Teilprojekt 3; Saison A: Dez. 05 - Mai 06: n=50; Saison B: Juni - Nov. 06: n=50).

Sowohl an den Entnahmestellen wie auch für die Schlachttierkörper lagen die Werte während der zweiten Beprobungsperiode, dem „Sommerhalbjahr“ (Juni - Nov. 06) überwiegend auf einem signifikant höheren Niveau als während der ersten (Dez. 05 - Mai 06). Allerdings belief sich die Streuung der mittleren Keimbelastung zwischen den Beprobungsperioden lediglich auf 0.2 und 0.7 \log_{10} -Stufen und ist daher nur von geringer praktischer Bedeutung. Einzig in den Betrieben H (Hals, Brust, Schinken, Schlachttierkörper) und N (Schinken) lag diese $>0.5 \log_{10}$ -Stufen. Die höheren Werte während der zweiten Beprobungsperiode könnten möglicherweise auf eine erhöhte Ausgangskeimbelastung der Schlachttiere sowie die erhöhten Umgebungstemperaturen, die eine schnellere Keimvermehrung bis zum Beginn des Kühlprozesses zulassen, zurückzuführen sein.

6.1.2. GKZ-Ergebnisse: Beurteilung gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005

Gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und Anleitung des BVET „zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben“ sind die Tagesdurchschnittswerte von vertikalen Poolproben mittels der aufgeführten Grenzzlinien als „befriedigend“ ($<4.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}), „akzeptabel“ ($4.0\text{-}5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}) oder „unbefriedigend“ ($>5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}) zu beurteilen (Anonym, 2005a; Anonym, 2006c). Die Verwendung von Poolproben und Tagesdurchschnittswerten beinhaltet die Gefahr, dass die Auswirkungen von Hygieneschwachstellen im Schlachtprozess nivelliert und erst gravierende Mängel erkannt werden. Auch ist es nicht möglich, stärker kontaminierte Körperpartien zu erkennen und damit ein schnelles Ergreifen von Massnahmen zu gewährleisten. Auch wenn die EU-Vorgaben die Anforderungen für eine langfristige Verifikation der Schlachthygiene erfüllen (Zweifel et al., 2005a), sind bei abweichenden Ergebnissen und periodisch (z.B. alle drei Monate) ergänzende, nach Entnahmestellen aufgeschlüsselte mikrobiologische Untersuchungen vorzusehen, um über zusätzliche, aussagekräftigere Daten zu verfügen (Zweifel und Stephan, 2003a). Dabei ist es möglich, die Proben horizontal zu poolen oder - aussagekräftiger - die Einzelergebnisse jeder Lokalisation als Boxplot darzustellen.

In der vorliegenden Arbeit wurden auch die Werte der Einzelstellen und die Werte der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung gemäss den EU-Vorgaben beurteilt. Eine kürzlich durchgeführte Studie wies nach, dass sich die Ergebnisse „berechneter vertikaler Poolproben“ nicht signifikant von denjenigen „echter vertikaler Poolproben“ unterscheiden (Hutchison et al., 2005). Diese Beurteilungen ermöglichen eine Übersicht über den Status von Schweineschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben. Bei der Bewertung der Ergebnisse zeigte sich ein grundsätzlich mit den vorangehenden Ausführungen vergleichbares Bild: Diejenigen Betriebe respektive Entnahmestellen, bei welchen im Vergleich zu den anderen Betrieben erhöhte GKZ-Ergebnisse auf den Schlachttierkörpern gefunden wurden (Teilprojekt 1: Betriebe A, G, L, N; Teilprojekt 2: Betriebe 6, 8, 11; Teilprojekt 3: Betriebe A, N), wiesen eher akzeptable Ergebnisse auf.

In den beiden ersten Teilprojekten belief sich der Anteil befriedigender Ergebnisse an den Entnahmestellen in jeweils sieben Betrieben auf $\geq 90\%$ respektive $\geq 80\%$ sowie in zwei Betrieben auf $\geq 70\%$. Der geringste Anteil befriedigender Ergebnisse wurde gehäuft an der Lokalisation Rücken nachgewiesen. Unbefriedigende Ergebnisse wurden zumeist nur in geringer Häufigkeit gefunden. Auffallend waren insbesondere die Ergebnisse folgender Betriebe:

- Im Betrieb A manifestierte sich ein „cranio-caudales Gefälle“ (Hals: 20% befriedigende Ergebnisse; Schinken: 82% befriedigende Ergebnisse).
- Im Betrieb 5 wies die Lokalisation Rücken $< 50\%$ befriedigende Ergebnisse auf, die anderen Lokalisationen jedoch $\geq 90\%$.
- Die Betriebe L, N und 8 zeigten an jeweils einer Lokalisation $< 60\%$ befriedigende Ergebnisse (L, N: Rücken; 8: Schinken).
- Im Betrieb 11 schwankte der Anteil befriedigender Ergebnisse von 10% bis 80%.

Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung wurden in 12 der 26 Betriebe $\geq 90\%$ (B, C, E, I, J, K, M, O, 1, 2, 4, 9) und in jeweils vier Betrieben $\geq 80\%$ (D, H, 3, 10) sowie $\geq 70\%$ (F, G, 5, 7) der Ergebnisse als „befriedigend“ beurteilt. Auffallend waren die Betriebe A und 11, bei welchen nur 26% respektive 14% befriedigende Ergebnisse vorlagen.

Die Darstellung des Verlaufs der Ergebnisse ermöglicht es, die Mitarbeiter in verständlicher Form zu informieren. Solche Darstellungen können einen wesentlichen Beitrag zur Sensibilisierung der Mitarbeiter leisten.

Betriebsübergreifend lag der Anteil befriedigender, akzeptabler und unbefriedigender Ergebnisse von Schlachttierkörpern für die Einzelwerte (n=1'300) bei 78.4%, 21.4% und 0.2% sowie für die Tagesdurchschnittswerte (n=260) bei 84.2%, 15.8% und 0.0%. Die angesprochene „Nivellierung“ bei den Tagesdurchschnittswerten zeigte sich in Form der im Vergleich zu den Einzelwerten geringeren Streuungen und durch die Lage der Percentile. Zudem stellt sich bei der Verwendung von Tagesdurchschnittswerten die Frage, ob ein hoher Tagesdurchschnittswert durch eine sehr hohe Keimzahl einer Probe oder durch ein generell erhöhtes Kontaminationsniveau entstanden ist.

In der **Literatur** liegen lediglich wenige, zumeist kleinere Studien vor, in welchen die ermittelten Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern explizit mittels der EU-Grenzzlinien beurteilt wurden (Schönenbrücher et al., 2003; Otten et al., 2004; Wyss, 2005). Dabei wurden die Grenzzlinien sowohl zur Beurteilung von Einzelwerten als auch von Tagesdurchschnittswerten eingesetzt. Beispielsweise wurden in einem mittelständischen deutschen Betrieb 89.8% der Einzelwerte und alle Tagesdurchschnittswerte als „befriedigend“ beurteilt (Otten et al., 2004). Andererseits lagen die Einzelwerte von Schweineschlachttierkörpern eines Grossbetriebes der Schweiz, bis zum Einsatz eines zusätzlichen Abflammschrittes nach dem Polieren, oftmals im akzeptablen Bereich (Wyss, 2005).

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern aus 26 Betrieben lässt sich feststellen, dass sich die in der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und der Anleitung des BVET aufgeführten Grenzzlinien grundsätzlich auch zur Verifikation des mikrobiologischen Status von Schweineschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben eignen. Die Mehrheit der Ergebnisse lag jeweils im befriedigenden Bereich, wenn auch in einzelnen Betrieben die Werte von Schlachttierkörpern oftmals als „akzeptabel“ beurteilt wurden (Betriebe A, L, 11).

Beim Vergleich der Ergebnisse der beiden Beprobungsperioden (A: Dez. 05 - Mai 06; B: Juni - Nov. 06; Betriebe A, H, I, N) lag der Anteil befriedigender Ergebnisse während der ersten Beprobungsperiode auf einem leicht höheren (A) oder deutlich höheren Niveau (H, N). Diese Unterschiede erwiesen sich für einzelne Entnahmestellen und für die Schlachttierkörper als signifikant. Allerdings liess sich dieser Trend bei den Tagesdurchschnittswerten nicht bestätigen. Saisonale Einflüsse waren hauptsächlich bei denjenigen Betrieben von Bedeutung, deren Keimzahlen (i) bereits auf einem hohen Niveau (A) oder (ii) einem Niveau lagen, das während der ersten Beprobungsperiode knapp unterhalb oder oberhalb der Grenzlinie für akzeptable Ergebnisse lag (H, N). Dies deckt sich mit der Feststellung, dass die Effekte im Allgemeinen nur geringen Einfluss auf die effektive Keimzahl-Höhe hatten und daher die Höhe des Keimzahl-Niveaus von grösserer Bedeutung war.

6.1.3. GKZ-Ergebnisse: Grenzlinien betriebsspezifischer Qualitätsregelkarten

Aufgrund der Betriebsspezifität der Ergebnisse sowie stark streuender Untersuchungsmerkmale besteht in der mikrobiologischen Qualitätssicherung ein Bedarf an biometrisch fundierten Konzepten. Ein graphisch einprägsames Konzept zur Verifikation der Schlachthygiene bietet die auf betriebsspezifischen Daten beruhende Qualitätsregelkarten-Technik (Hildebrandt und Böhmer, 1996; Dura et al., 1999; Schönenbrücher et al., 2003; Zweifel und Stephan, 2003b). Voraussetzung ist, dass die Ermittlung der Grenzlinien mit dem gleichen Stichprobenumfang erfolgt, wie er auch für die Routineuntersuchungen vorgesehen ist, da ausgehend von diesem Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit gezogen werden (Dura et al., 1999).

Entsprechend der Berechnungsgrundlage ist die Qualitätsregelkarte (QRK) prinzipiell die graphische Form eines Testes auf Signifikanz (Anonym, 1995). Stichprobenergebnisse ausserhalb der oberen und unteren Eingriffsgrenze (OEG, UEG) weichen signifikant vom Prozessmittelwert ab. Ein Überschreiten der OEG zeigt daher eine signifikante Verschlechterung im Prozess an und erfordert eine Prozesskorrektur (z.B. eine Neubeurteilung der Hygienemassnahmen).

Ergebnisse ausserhalb der oberen und unteren Warngrenzen (OWG, UWG) weichen tendenziell vom Prozessmittelwert ab. Beim Überschreiten der OWG sollte daher eine Intensivierung der optischen und mikrobiologischen Schlachtprozesskontrolle erfolgen. Diese muss solange beibehalten werden, bis sichergestellt ist, dass keine schleichende Prozessverschlechterung eingetreten ist respektive die Ursache der abweichenden Ergebnisse identifiziert und korrigiert wurde.

Die unteren Grenzlinien ermöglichen es, die langfristigen Auswirkungen eingeleiteter Hygienemassnahmen auf die Keimbelastung von Schlachttierkörpern zu beurteilen. QRK ermöglichen es daher grundsätzlich, die Effizienz und damit auch die Wirtschaftlichkeit von Korrekturmassnahmen abzuwägen. Allerdings sind Unterschreitungen der Grenzlinien bei sensiblen QRK mit Zufallstreubereichen von 80% und 95% vorsichtig zu interpretieren und erst bei wiederholtem Auftreten als Prozessverbesserung zu bewerten.

Wie bei den nach Schlachttierkörper zusammengefassten Ergebnissen („berechnete vertikale Poolprobe“) gezeigt, bietet die QRK-Technik nach vorgängig durchgeführter Ermittlung der Grenzlinien trotz des anspruchsvollen statistischen Hintergrundes eine einfach zu erstellende, graphisch einprägsame Dokumentation der Daten. Da die Grenzlinien auf betriebsspezifischen Daten beruhen, erlauben diese eine für den jeweiligen Betrieb aussagekräftige Verifikation der Schlachthygiene und falls notwendig das Einleiten von Korrekturmassnahmen.

In den 26 Betrieben der ersten beiden Teilprojekte (Dez. 05 - Mai 06: Betriebe A bis O; Juni - Nov. 06: Betriebe 1 bis 11) lag die betriebsspezifische OWG lediglich in vier Betrieben (A, L, 8, 11) und die OEG lediglich in 8 Betrieben (A, F, G, L, N, 6, 8, 11) über dem Wert von $>4.0 \log_{10} \text{ KBE cm}^{-2}$ und damit über den betriebsübergreifenden EU-Vorgaben (akzeptable Ergebnisse). Wie erwartet lagen Grenzlinien für Schweineschlachttierkörper („berechnete vertikale Poolprobe“) während der zweiten Beprobungsperiode auf einem höheren Niveau als während der ersten, wobei sich der Unterschied auf 0.3 bis 0.6 \log_{10} -Stufen belief (A: Dez. 05 - Mai 06; B: Juni - Nov. 06; Betriebe A, H, I, N; Teilprojekt 3). Es ist daher zu empfehlen, die Grenzlinien von Qualitätsregelkarten in regelmässigen Abständen zu analysieren und wenn notwendig dem Prozess anzupassen.

6.1.4. *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

Zusätzlich zur Ermittlung der aeroben mesophilen GKZ schreibt die Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und die Anleitung des BVET die Bestimmung von *Enterobacteriaceae* als Indikatorkeime für eine fäkale Kontamination vor. Diese wird sowohl vom FSIS des USDA wie auch von der World Health Organization (WHO) als wichtigste Quelle für die Belastung mit pathogenen Mikroorganismen wie *E. coli* O157:H7, Salmonellen oder Campylobacter bezeichnet (Anonym, 1990; Anonym, 1996). Alternativ sind Untersuchungen auf *E. coli* verbreitet und beispielsweise in den USA zwingend vorgeschrieben, um damit den Grad der fäkalen Kontamination festzustellen (Anonym, 1996).

Die Berechnung der Mittelwerte logarithmierter Keimzahlen (\bar{x}) respektive logarithmierter Mittelwerte ($\log_{10}A$) setzt eine Normalverteilung der Ergebnisse voraus (Gill und Jones, 2000; McEvoy et al., 2004). Damit eine solche vorliegt, müssen die jeweiligen Keimgruppen in mehr als 80% der Proben nachgewiesen werden. In der vorliegenden Arbeit war dies für *Enterobacteriaceae* jedoch nicht der Fall. Daher wurde darauf verzichtet, die *Enterobacteriaceae*-Zahlen umfassend gemäss den EU-Vorgaben auszuwerten sowie die Grenzklinien von Qualitätsregelkarten zu ermitteln. Alternativ wurden die Nachweisraten von *Enterobacteriaceae* und die Keimzahlen der positiven Proben verglichen. Dieses Vorgehen hat sich in früheren Studien als geeignet erwiesen (Zweifel et al., 2005a,b,c). Zudem wurde, wie von verschiedenen Autoren vorgeschlagen (Gill und Jones, 2000; McEvoy et al., 2004; Gill und Jones, 2006), die logarithmierte summierte Keimzahl ($\log_{10}N$) bestimmt.

In den beiden ersten Teilprojekten (Dez. 05 - Mai 06: Betriebe A bis O; Juni - Nov. 06: Betriebe 1 bis 11) wurden *Enterobacteriaceae* in 576 der 5'200 Einzelproben (11.1%) und auf 390 der 1'300 Schlachttierkörper (30.0%) nachgewiesen. Sowohl an den einzelnen Entnahmestellen wie auch bei den Schlachttierkörpern („positiv“ beim Nachweis auf einer der vier Entnahmestellen) zeigten sich zwischen den 26 Betrieben deutliche, oftmals statistisch signifikante Unterschiede in den Nachweisraten. Insgesamt schwankten die Nachweisraten an den Entnahmestellen von 0.0% bis 52.0% und für die Schlachttierkörper von 2.0% bis 78.0%.

Die *Enterobacteriaceae*-Nachweissraten liessen sich, insbesondere für die Schlachttierkörper, in drei Kategorien einteilen:

- Die Nachweissraten in den Betrieben G, N, 3, 6, 7 und 10 lagen auf einem zumeist höheren Niveau als in den anderen Betrieben. Diese lag bei den Schlachttierkörpern jeweils über 50% (Maximum: 78.0%, Betrieb 10).
- Die Nachweissraten in den Betrieben E, F, H, I, K, M, O, 1, 5 und 9 lagen auf einem eher tieferen Niveau als in den anderen Betrieben. Diese lag bei den Schlachttierkörpern jeweils unter 20% (Minimum: 2.0%, Betrieb O).
- Die übrigen 10 Betriebe bildeten das „Mittelfeld“, wobei die Nachweisrate bei den Schlachttierkörpern zwischen 20.0% und 50.0% lag.

Der Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Nachweissraten an den Entnahmestellen zeigte, dass die höchsten oft an den Lokalisationen Hals und Rücken (19/26 Betriebe) und die niedrigsten mehrheitlich an der Lokalisation Brust vorlagen. Allerdings unterschieden sich die Nachweissraten in der Hälfte der Betriebe nicht signifikant. In den übrigen Betrieben zeigte sich ein heterogenes Bild: z.B. war im Betrieb C das Hinterviertel häufiger als das Vorderviertel, im Betrieb 4 jedoch das Vorderviertel häufiger als das Hinterviertel mit *Enterobacteriaceae* kontaminiert. Diese Feststellungen unterstreichen die Betriebs- und Lokalisationsspezifität der Werte.

Aktuelle, direkt vergleichbare Literaturdaten fehlen aus den vorangehend aufgeführten Gründen und insbesondere für Kleinbetriebe weitgehend. Zudem wurden in vielen Studien Coliforme oder *E. coli* bestimmt. In der Schweiz liegen nur mittels NTT erhobene Daten aus Grossbetrieben zum *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf Schlachttierkörpern vor. Dabei schwankten die Nachweissraten auf den Schlachttierkörpern verschiedener Betriebe von 4.0% bis 41.3% (Zweifel et al., 2005a) sowie an den Entnahmestellen von 0.0% bis 43.0% (Spescha et al., 2006) und liessen sich daher gut mit den vorliegenden Daten vergleichen. Interessanterweise wurde kürzlich festgestellt, dass sich die *Enterobacteriaceae*-Nachweissraten auf Schweineschlachttierkörpern bei Anwendung der destruktiven (54.5%) oder nicht-destruktiven Technik (55.6%) kaum unterschieden (Hutchison et al., 2005).

Beim Vergleich der GKZ-Ergebnisse mit den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten zwischen den Betrieben liessen sich weder an den Entnahmestellen noch bei den Schlachttierkörpern (GKZ: „berechnete vertikale Poolprobe“, *Enterobacteriaceae*: „positiv“ beim Nachweis auf einer der Entnahmestellen) eindeutige Trends erkennen. Nicht in jedem Fall stimmten diejenigen Betriebe mit hohen/tiefen GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnissen überein, wenn auch innerhalb der Betriebe bei hohen GKZ-Ergebnissen teilweise eher *Enterobacteriaceae* gefunden wurden. Insbesondere in den Betrieben A, L, 8 und 11 wiesen die Schlachttierkörper bei hoher GKZ nur mittlere *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten auf, während sich die Betriebe 3, 7 und 10 durch hohe *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten bei mittlerer GKZ auszeichneten. Ohne den Nachweis der *Enterobacteriaceae* wären daher in bestimmten Betrieben Hinweise auf mögliche Probleme in der Schlachthygiene, die zu einer fäkalen Kontamination der Schlachttierkörper führten, nicht erfasst worden.

Beim Vergleich der beiden Beprobungsperioden (A: Dez. 05 - Mai 06; B: Juni - Nov. 06) unterschieden sich die *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten in den Betrieben I und N nicht signifikant, während diese in den Betrieben A und H während der zweiten Beprobungsperiode vereinzelt höher lagen. Im Gegensatz zu den GKZ-Ergebnissen und wie zu erwarten manifestierte sich bei den *Enterobacteriaceae* kein eindeutiger, von der Saison abhängiger Trend.

Enterobacteriaceae kamen überwiegend in geringer Anzahl vor und machten nur einen kleinen Teil der Gesamtkeimbelastung aus. Die Mehrheit der Ergebnisse lag unterhalb der Nachweisgrenze und bei den *Enterobacteriaceae*-positiven Proben überwiegend unter $2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . In den beiden ersten Teilprojekten überstiegen lediglich 188 der 5'200 Proben (3.6%) den Wert von $2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} , welcher gemäss EU-Vorgaben die Grenze zu den akzeptablen Ergebnissen darstellt. Von diesen 188 Proben wiederum lagen nur 25 im unbefriedigenden Bereich ($>3.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}). Letztere verteilten sich auf 13 Betriebe und stammten überwiegend von den Lokalisationen Hals und Rücken (19/25). Ein vergleichbares Bild zeigte sich auch im Teilprojekt 3. Die in der vorliegenden Arbeit gefundenen *Enterobacteriaceae*-Zahlen sind, trotz unterschiedlicher Entnahmetechnik, mit denjenigen von Grossbetrieben der Schweiz vergleichbar (Zweifel et al., 2005a; Spescha et al., 2006).

Zwischen hohen *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten und $\log_{10}N$ -Werten wurde nicht in jedem Fall ein übereinstimmendes Bild gefunden. Allerdings lagen die höchsten $\log_{10}N$ -Werte, in Übereinstimmung mit den Nachweisraten, am häufigsten an den Lokalisationen Rücken und Hals vor. Die „abweichenden“ Ergebnisse zwischen den Nachweisraten und den $\log_{10}N$ -Werten sind darauf zurückzuführen, dass der $\log_{10}N$ -Wert beim Vorliegen von nur wenigen positiven Proben stark durch einzelne, hohe Ergebnisse beeinflusst wird. Für eine aussagekräftige Beurteilung anhand der $\log_{10}N$ -Werte bedarf es daher eines grösseren, über eine längere Zeitdauer erhobenen Stichprobenumfangs, um den Einfluss einzelner „Ausreisser“ abzuschwächen. Für einen routinemässigen Einsatz zur Verifikation der Schlachthygiene in Kleinbetrieben scheint sich daher die Verwendung von $\log_{10}N$ -Werten, insbesondere bei voraussichtlich geringerer Probenentnahmefrequenz als in Grossbetrieben, weniger zu eignen.

6.1.5. GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse: Bedeutung der Schlachtprozess-Kontrolle („In-Prozess-Kontrolle“)

Zur Evaluierung der Ursachen der hohen GKZ-Belastungen und hohen *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten in einzelnen Kleinbetrieben sowie Entnahmestellen ist es angezeigt, eine optische Analyse der Schlachtabläufe auf hygienische Schwachstellen im Schlachtprozess, ergänzt durch mikrobiologische Untersuchungen der Schlachttierkörper an verschiedenen Schlachtprozessstufen, durchzuführen (Spescha et al., 2006). Dabei können mikrobiologische Daten zu Art und Umfang der Schlachttierkörper-Kontamination im Verlauf des Schlachtprozesses ein wesentliches Element für die Implementierung eines HACCP-basierten Überwachungssystems darstellen, insbesondere da Schlachttierkörper auch in Abwesenheit von optisch feststellbaren Verunreinigungen mikrobiologisch kontaminiert sein können (Bolton et al., 2002; Gill, 2004; Pearce et al., 2004; Tergney und Bolton, 2006).

Unbedingt näher abzuklärende Möglichkeiten stellen bei der Schweineschlachtung das Entborsten und Polieren mit nur schwer zu reinigenden maschinellen Einrichtungen dar (Yu et al., 1999; Rivas et al., 2000; Bryant et al., 2003; Pearce et al., 2004; Spescha et al., 2006). Zudem wurde in diesem Zusammenhang in einer aktuellen Arbeit auf die hygienische Bedeutung der Plastik-Schwingtüren hingewiesen (Großpietsch et al., 2006). Um die Quelle für fäkale Kontaminationen der Schlachttierkörper zu eruieren, sind unter Berücksichtigung des Hygieneverhaltens der Mitarbeiter und des jeweiligen Kontaminationsprofils die Arbeiten an der Schlachtlinie, beispielsweise das Spalten sowie insbesondere die Evisceration, näher abzuklären (Gill et al., 1998a; Yu et al., 1999; Rivas et al., 2000; Bolton et al., 2002; Pearce et al., 2004; Spescha et al., 2006). Beispielsweise spricht der häufige *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf dem Hinterviertel in einigen Betrieben für eine fäkale Kontamination im Rahmen der Evisceration. Diese Kontaminationen können anschliessend bei fehlerhafter Handhabung der Messer durch die Mitarbeiter sowie durch das spätere Abduschen über die Schlachttierkörper verteilt werden. Dies dürfte für die in einzelnen Betrieben hohen Nachweisraten an der Lokalisation Hals respektive auf dem Vorderviertel mitverantwortlich sein.

Zu beachten ist, dass Prozessstufen, die zur mikrobiologischen Kontamination von Schlachttierkörpern beitragen oder diese verringern, betriebs- respektive lokalisationsspezifisch sein können (Spescha et al., 2006). Neben den vorangehend aufgeführten Schlachtprozessstufen, die einen nachteiligen Einfluss auf den mikrobiologischen Status von Schweineschlachttierkörpern aufweisen können, sind zahlreiche weitere Einflussfaktoren zu berücksichtigen, die zur Heterogenität der Oberflächenkeimbelastung beitragen können. Beispielsweise sind Kontakte von Schlachttierkörpern mit Einrichtungsgegenständen oder mit anderen Schlachttierkörpern, die „Tagesform“ der Arbeiter, Reinigungsdefizite und die Sauberkeit der Schlachttiere zu berücksichtigen. Noch nicht abschliessend geklärt ist zurzeit die Bedeutung der Übertragung von Mikroorganismen durch Aerosole innerhalb eines Betriebes auf die Schlachttierkörper. Diese könnte jedoch einen gewissen Einfluss aufweisen (Rahkio und Korkeala, 1997; Pearce et al., 2006) und dadurch die Bedeutung der räumlichen Trennung reiner und unreiner Arbeitsgänge unterstreichen (Worfel et al., 1996).

6.2. Mikrobiologische Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben

6.2.1. GKZ-Ergebnisse: Betriebe und Entnahmestellen

Ein wichtiger, bei der Beurteilung der Ergebnisse zu berücksichtigender Faktor ist die unterschiedliche Anzahl beprobter Rinderschlachttierkörper in den Betrieben. Infolge der Heterogenität der Oberflächenkeimzahlen von Schlachttierkörpern manifestierte sich dies in denjenigen Betrieben, in welchen Proben von weniger als 30 Schlachttierkörpern erhoben wurden (A, F, L, Q, S, T), in oftmals grösseren Standardabweichungen als in den anderen Betrieben. Ebenso belief sich in der Boxplotdarstellung dieser Betriebe der Quartilsabstand (50%-Bereich) und der 80%-Bereich oftmals auf höhere Werte. Um über aussagekräftige, vergleichbare Daten zu verfügen, ist daher eine bestimmte Mindestprobenzahl zu erheben. In den weiterführenden Untersuchungen wurden daher insbesondere die 12 Betriebe berücksichtigt, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (Betriebe C, G, I, M, P: n=60; Betriebe B, D, E, H, J, K, R: n=30).

Insgesamt unterschieden sich die durchschnittlichen Ergebnisse (\bar{x}) zwischen den Betrieben an den Entnahmestellen um bis 2.0 \log_{10} -Stufen und für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung um annähernd 1.2 \log_{10} -Stufen. In den 12 ausgewählten Betrieben (n=30 oder 60) zeigte sich innerhalb der Betriebe, analog zu den Schweineschlachttierkörpern, ein relativ konstantes Streuungsmuster der Keimbelastung mit tendenziellem Verlauf auf konstantem Niveau. Allerdings variierte die Lage dieses Niveaus zwischen den Betrieben weniger stark als bei den Schweineschlachttierkörpern. Dies manifestierte sich auch im geringeren Anteil signifikanter Unterschiede. Demzufolge liess sich für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung keine mit den Schweineschlachttierkörpern vergleichbare, eindeutige Einteilung in Kategorien vornehmen. Allerdings belief sich der Mittelwert der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung in drei der insgesamt 18 Betriebe auf über 3.5 \log_{10} KBE cm⁻² (A, J, Q), während dieser Wert in fünf Betrieben (E, G, H, M, T) unter 3.0 \log_{10} KBE cm⁻² lag.

Ausgehend von denjenigen 11 Betrieben in welchen (i) Schweine- und Rinderschlachttierkörper untersucht und (ii) Proben von 30 oder 60 Rinderschlachttierkörpern erhoben wurden, zeigten sich beim Vergleich der mittleren Ergebnisse (\bar{x}) von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern für die nach Schlachttierkörper zusammengefasste Auswertung keine auffälligen Unterschiede. Diese Werte lagen in vier Betrieben bei den Rinder- und in sechs Betrieben bei den Schweineschlachttierkörpern auf einem höheren Niveau. Allerdings lag der Unterschied zwischen den Werten von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern in 10 Betrieben unter $0.5 \log_{10}$ -Stufen und in drei dieser Betriebe bei $<0.3 \log_{10}$ -Stufen. Lediglich im Betrieb G übertrafen die Werte der Schweineschlachttierkörper diejenigen der Rinderschlachttierkörper deutlich ($1.0 \log_{10}$ -Stufen).

Der Vergleich der mittleren GKZ-Ergebnisse der Entnahmestellen zeigte, dass die höchsten Werte (\bar{x}) oft an der Lokalisation Hals (9/18 Betriebe) und die niedrigsten Werte zumeist an der Lokalisation Flanke nachgewiesen wurden (14/18 Betriebe). Die Werte der Lokalisationen Hals und Flanke unterschieden sich in den meisten der 12 ausgewählten Betrieben ($n=30$ oder 60) signifikant. Diese Ergebnisse stimmen mit der in anderen Studien beobachteten höheren Kontamination der Vorderviertel von Rinderschlachttierkörpern überein (Untermann et al., 1997; McEvoy et al., 2000). Diese erhöhten Ergebnisse könnten auf Kontakte mit Einrichtungen sowie anderen Schlachttierkörpern und auf das während der Schlachtung eingesetzte, über die Schlachttierkörper abfließende Wasser zurückzuführen sein. Für die Beurteilung in der Praxis sind jedoch, unabgänglich von statistischer Signifikanz, nur Unterschiede $>0.5 (\bar{x})$ respektive $>1.0 \log_{10}$ -Stufen ($\log_{10}A$) von Bedeutung (Jarvis, 1989; Gill und McGinnis, 1999).

Zusammenfassend und analog zu den bei den Schweineschlachttierkörpern getroffenen Aussagen lassen sich für Rinderschlachttierkörper folgende Feststellungen treffen:

- Die im Vergleich zu den anderen Betrieben erhöhten Werte sind vermutlich auf betriebs- und lokalisationsspezifische, systematische Schwachstellen im Schlachtprozess zurückzuführen.

- Der Zeitpunkt der Probenentnahme kann die Ergebnisse nachhaltig beeinflussen, da es bei hoher Luftgeschwindigkeit während des Kühlprozesses zu einer schnellen Abtrocknung der Oberfläche und dadurch zu einer Keimreduktion kommt. Allerdings kann sich der Kühlprozess je nach System und Rahmenbedingungen unterschiedlich auf die Keimbelastung von Schlachttierkörpern auswirken (Gill und Bryant, 1997; Bacon et al., 2000; Gill et al., 2003; McEvoy et al., 2004; Kinsella et al., 2006).
- Die Bewertung von Ergebnissen mikrobiologischer Verifikationsuntersuchungen sollte auf der Basis betriebseigener, vergleichbarer Daten erfolgen (Vanne et al., 1996). Betriebsübergreifende mikrobiologische Bewertungskriterien (Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; BVET-Anleitung) sind nur als „Baseline“ anzusehen (Zweifel et al., 2005a).
Gemäss den im Abschnitt 6.1.3. erläuterten Ausführungen stellt dabei die Qualitätsregelkarten-Technik ein graphisch einprägsames, auf betriebsspezifischen Daten beruhendes Konzept zur Verifikation der Schlachthygiene dar (Hildebrandt und Böhmer, 1996; Dura et al., 1999; Schönenbrücher et al., 2003; Zweifel und Stephan, 2003b). Eine Voraussetzung zur Anwendung dieser Technik ist jedoch, dass ein konstanter Stichprobenumfang von mindestens fünf Schlachttierkörpern pro Entnahmetag, sowohl zur Ermittlung der Grenzl意思en wie auch für die Durchführung der Routineuntersuchungen, gewährleistet ist. In den ausgewählten Schlachtbetrieben wurde diese Bedingung bei der Rinderschlachtung nur in drei Betrieben (G, I, P) erfüllt. Aufgrund der Schlachtung lediglich einzelner Tiere der Rindergattung in vielen Kleinbetrieben scheint sich diese Technik daher weniger als bei den Schweineschlachttierkörpern für einen routinemässigen Einsatz zu eignen.
- Der Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit Literaturdaten wird durch Faktoren wie unterschiedliche Probenentnahmetechniken, -stellen und -flächen, variierende Auswertungs- und Darstellungsarten (Einzelproben, horizontale oder vertikale Poolproben), der Bearbeitung spezifischer Problemstellungen an einzelnen Schlachtprozessstufen oder fehlenden Daten aus Kleinbetrieben erschwert.

In der Schweiz fehlten bis anhin mikrobiologische Daten aus Kleinbetrieben. Allerdings existieren nicht-destruktiv (NTT) ermittelte Daten aus Grossbetrieben. Dabei schwankten die mittleren GKZ-Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern (vertikale Poolprobe) verschiedener Grossbetriebe von 2.1 bis 3.1 \log_{10} KBE cm^{-2} (Zweifel et al., 2005b) und an verschiedenen Entnahmestellen zwischen 2.5 und 3.4 \log_{10} KBE cm^{-2} (Dura et al., 1999). Im Rahmen der ersten Untersuchung wurden in einem Betrieb zudem 150 Rinderschlachttierkörper destruktiv beprobt. Die mittlere Keimbelastung (3.0 \log_{10} KBE cm^{-2}) lag dabei im Mittel um 0.5 \log_{10} -Stufen höher als bei Anwendung der NTT. In einer aktuellen Studie aus Grossbritannien unterschied sich die mittlere Keimbelastung von Rinderschlachttierkörpern bei destruktiver und nicht-destruktiver Probenentnahme um 1.4 \log_{10} -Stufen (Hutchison et al., 2005).

In Australien werden regelmässig nationale Untersuchungen zum mikrobiologischen Status von Rinderschlachttierkörpern durchgeführt. Teilweise wurden dabei auch Kleinbetriebe untersucht, die als VSP (very small plants) bezeichnet werden, 1 bis 30 Rinder pro Woche schlachten und bezüglich Ausstattung mit den Kleinbetrieben der Schweiz vergleichbar sind. In der Untersuchung von Sumner et al. (2003) wurden 64 Rinderschlachttierkörper (vertikale Poolproben) aus 13 VSP nicht-destruktiv beprobt. Die mittlere Keimbelastung lag bei 1.8 \log_{10} KBE cm^{-2} , wobei sich zwischen den Betrieben Unterschiede von bis zu 2.7 \log_{10} -Stufen zeigten. Trotz abweichender Entnahmetechnik lagen diese Werte im Vergleich zu den vorliegenden Ergebnissen sehr tief. Allerdings erfolgte die Probenentnahme erst nach einer Kühlung von 12 bis 24 h. In diesem Zusammenhang ist der mögliche Einfluss des Entnahmezeitpunkts zu berücksichtigen. Andererseits lag die mittlere Keimbelastung in einer früheren Studie (190 Rinderschlachttierkörper, 31 VSP) auf einem höheren Niveau (3.1 \log_{10} KBE cm^{-2}) und schwankte zwischen den Betrieben von 2.0 bis 4.3 \log_{10} KBE cm^{-2} (Phillips et al., 2001).

Nur in wenigen weiteren Arbeiten wurde der mikrobiologische Status von Rinderschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben untersucht. Die Ergebnisse von drei ausgewählten Studien der letzten Jahre sind im Folgenden kurz aufgeführt.

In einer Arbeit aus Schweden wurden Schlachttierkörper aus vier Betrieben mit einer Schlachtleistung von 125 bis 800 Rindern pro Jahr nicht-destruktiv beprobt (Hansson, 2001). Die mittlere Keimbelastung lag am Ende der Schlachtlinie bei $3.4 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . Damit lag dieser Wert um $0.9 \log_{10}$ -Stufen höher als in den ebenfalls untersuchten Grossbetrieben. Zudem zeigten sich zwischen den Kleinbetrieben grössere Unterschiede, wobei die mittlere Keimbelastung, vergleichbar mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit, von 2.6 bis $4.6 \log_{10}$ KBE cm^{-2} schwankte. In einer Studie zum Vergleich der Entnahmetechnik aus Irland wurden Schlachttierkörper aus Betrieben mit einer Schlachtleistung von <10 Tieren pro Woche beprobt (Byrne et al., 2005). Die mittlere Keimbelastung lag am Ende der Schlachtlinie an verschiedenen Entnahmestellen bei destruktiver Technik zwischen 2.7 und $3.7 \log_{10}$ KBE cm^{-2} sowie bei nicht-destruktiver Technik zwischen 2.1 und $3.4 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . Des Weiteren schwankte die mittlere Keimbelastung von Schlachttierkörpern aus zwei mittelgrossen und einem kleinen deutschen Betrieb bei destruktiver Entnahme von 2.7 bis $4.1 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (Schönenbrücher et al., 2003).

Wie bei den Schweineschlachttierkörpern existieren weltweit zahlreiche Arbeiten zum mikrobiologischen Status von Rinderschlachttierkörpern aus Grossbetrieben. Dabei wurden jedoch häufig nicht-destruktive Entnahmetechniken angewandt. Ausgewählte Studien der letzten Jahre sind im Folgenden kurz aufgeführt.

Wie bereits erwähnt, wird in Australien periodisch der mikrobiologische Status von Rinderschlachttierkörpern bestimmt. Aktuell liegen die Ergebnisse der dritten nationalen Baseline-Studie vor (Phillips et al., 2006). Im Gegensatz zu früheren Studien wurden in der aktuellen Studie nur noch Rinderschlachttierkörper ($n=1'155$; vertikale Poolproben) aus Grossbetrieben ($n=27$) nicht-destruktiv beprobt. Die mittlere Keimbelastung von gekühlten Schlachttierkörpern lag bei lediglich $1.3 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . Im Gegensatz dazu lag dieser Wert in der zweiten nationalen Studie bei $2.4 \log_{10}$ KBE cm^{-2} , wobei sich Unterschiede zwischen den Exportbetrieben ($2.2 \log_{10}$ KBE cm^{-2}), den Betrieben, die für den nationalen Markt produzierten ($2.6 \log_{10}$ KBE cm^{-2}) sowie den angesprochenen VSP ($3.1 \log_{10}$ KBE cm^{-2}) zeigten (Phillips et al., 2001).

In Europa liegen vergleichbare Studien aus Irland vor. In einer Baseline Studie zur mikrobiologischen Qualität von gekühlten Rinderschlachttierkörpern wurden nicht-destruktiv von der Brust erhobene Proben untersucht (Murray et al., 2001). Die mittlere Keimbelastung lag bei $2.8 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in einer Folgestudie festgestellt (Madden et al., 2004).

Andererseits schwankten in einem irischen Grossbetrieb bei nicht-destruktiver Probenentnahme (NTT) die Keimzahlen am Ende der Schlachtlinie an den Entnahmestellen von 3.1 bis $3.4 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (McEvoy et al., 2004).

Nur mit Vorbehalt können die vorliegenden Ergebnisse mit Daten aus den USA und Kanada verglichen werden, da im Rahmen des Schlachtprozesses oftmals verschiedene Dekontaminations-Massnahmen eingesetzt werden. Beispielsweise lag die mittlere Keimbelastung von gekühlten Rinderschlachttierkörpern beim Einsatz solcher Massnahmen nach nicht-destruktiver Probenentnahme bei $1.4 \log_{10}$ KBE cm^{-2} (Arthur et al., 2004), wenn auch in früheren Studien deutlich höhere Werte erreicht wurden (Bacon et al., 2000).

Zusammenfassend lässt sich im Vergleich zu den vorliegenden, vorangehend aufgeführten Literaturangaben feststellen, dass die mikrobiologischen Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben der Schweiz oftmals auf einem vergleichbaren Niveau lagen. Teilweise wurden allerdings, insbesondere in den Studien aus Australien, tiefere Werte festgestellt. Dabei ist jedoch deutlich hervorzuheben, dass keine direkte Vergleichbarkeit der Daten gegeben ist (Probenentnahmetechnik, Dekontamination ja/nein, Zeitpunkt der Probenentnahme).

Interessanterweise zeigten sich beim Vergleich der Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern in der Lage des mittleren Keimzahl-niveaus kaum auffällige Unterschiede.

6.2.2. GKZ-Ergebnisse: Beurteilung gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005

Gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und Anleitung des BVET „zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben“ sind die Tagesdurchschnittswerte von vertikalen Poolproben mittels der aufgeführten Grenzzahlen als „befriedigend“ ($<3.5 \log_{10}$ KBE cm^{-2}), „akzeptabel“ ($3.5\text{-}5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}) oder „unbefriedigend“ ($>5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}) zu beurteilen (Anonym, 2005a; Anonym, 2006c). Die mit der Verwendung von Poolproben und Durchschnittswerten verbundenen Problematik wurde im Abschnitt 6.1.2. dargestellt. In der vorliegenden Auswertung wurden die Werte der Einzelstellen und der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung gemäss den EU-Vorgaben beurteilt. Diese Bewertungen ermöglichen eine Übersicht über den Status von Rinderschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben. Aufgrund des oftmals unterschiedlichen Probenumfangs pro Entnahmetag wurden keine Tagesdurchschnittswerte ermittelt. Bei der Bewertung der Ergebnisse zeigte sich ein grundsätzlich mit den vorangehenden Ausführungen vergleichbares Bild.

In den 12 Betrieben, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R), belief sich der Anteil befriedigender Ergebnisse an den Entnahmestellen in fünf Betrieben auf $\geq 80\%$ sowie in zwei Betrieben auf $\geq 70\%$. Der geringste Anteil befriedigender Ergebnisse wurde gehäuft an der Lokalisation Hals nachgewiesen. Insbesondere in den Betrieben I, P und R manifestierte sich dieses Muster. Allerdings fielen im Betrieb J die $<40\%$ befriedigende Ergebnisse an der Lokalisation Flanke auf.

Bei der nach Schlachttierkörper zusammengefassten Auswertung wurden bei den ausgewählten 12 Betrieben ($n=30$ oder 60) in jeweils drei Betrieben $>80\%$ (G, H, M), $>70\%$ (C, E, P) respektive $>60\%$ (D, I, K) der Ergebnisse als „befriedigend“ beurteilt. Auffallend war der Betrieb J, bei welchem nur 33% befriedigende Ergebnisse vorlagen. Betriebsübergreifend lag der Anteil befriedigender, akzeptabler und unbefriedigender Ergebnisse bei 71.4% , 28.6% und 0.0% . Die Darstellung des Verlaufs der Ergebnisse ermöglicht es, die Mitarbeiter der jeweiligen Betriebe in verständlicher Form über die Ergebnisse der Kontrollen zu informieren.

In der Literatur liegen lediglich wenige, zumeist kleinere Studien vor, in welchen die ermittelten Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern explizit mittels der EU-Grenzlinien beurteilt wurden (Schönenbrücher et al., 2003; Otten et al., 2004). Dabei wurden die Grenzlinien sowohl zur Beurteilung von Einzelwerten wie auch von Tagesdurchschnittswerten eingesetzt. Beispielsweise wurden in einem mittelständischen Vermarkterbetrieb in Deutschland 70.0% der Einzelwerte und alle Tagesdurchschnittswerte als „befriedigend“ beurteilt (Otten et al., 2004).

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse von Rinderschlachttierkörpern lässt sich feststellen, dass sich die in der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und der Anleitung des BVET aufgeführten Grenzlinien grundsätzlich auch zur Verifikation des mikrobiologischen Status von Rinderschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben eignen. Die Mehrheit der vorliegenden Ergebnisse lag jeweils im befriedigenden Bereich, wenn sich auch betriebs- und lokalisationsspezifische Unterschiede manifestierten.

Beim Vergleich des Anteils befriedigender Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern wurde bei den Rindern ein eher geringerer Anteil als „befriedigend“ beurteilt, wenn sich auch lokalisationsspezifische Unterschiede zeigten. Obwohl sich die mittleren Ergebnisse (\bar{x}) von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern nur gering unterschieden, erstaunt diese Feststellung nicht, da in den gesetzlichen Vorgaben unterschiedliche Grenzlinien aufgeführt sind. Für Rinderschlachttierkörper liegt die Grenzlinie für akzeptable Ergebnisse bei Anwendung der destruktiven Technik ($3.5 \log_{10}$ KBE cm^{-2}) um $0.5 \log_{10}$ -Stufen tiefer als für Schweineschlachttierkörper. Wenn auch die vorliegenden Daten „nur“ aus Kleinbetrieben stammen, sind diese unterschiedlichen Grenzlinien zur Beurteilung mikrobiologischer Ergebnisse von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern dennoch zu hinterfragen. Interessanterweise ist gemäss der Anleitung des BVET bei Anwendung der nicht-destruktiven Technik keine solche Differenzierung vorgesehen und es wurde in einer in verschiedenen Grossbetrieben der Schweiz durchgeführten Studie nachgewiesen, dass sich die Daten von Rinder- und Schweineschlachttierkörpern betriebsübergreifend nicht signifikant unterschieden (Zweifel et al., 2005a).

6.2.3. *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse

Zusätzlich zur Ermittlung der GKZ schreibt die Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und Anleitung des BVET die Bestimmung der *Enterobacteriaceae* vor. Wie bei der Diskussion der Ergebnisse von Schweineschlachttierkörpern im Abschnitt 6.1.4 erläutert, wurde aufgrund des Nachweises von *Enterobacteriaceae* in <80% der Proben auf eine umfassende Auswertung der *Enterobacteriaceae*-Zahlen (\bar{x} , $\log_{10}A$) verzichtet.

Enterobacteriaceae wurden in 168 der 2'380 Einzelproben (7.1%) und auf 129 der 595 Schlachttierkörper (21.7%) nachgewiesen. Insgesamt schwankten die Nachweisraten an den Entnahmestellen von 0.0% bis 50.0% und für die Schlachttierkörper von 0.0% bis 70.0%. Bei Verwendung der bei den Schweineschlachttierkörpern eingesetzten Einteilung lag die *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate auf den Schlachttierkörpern in zwei Betrieben über 50% (C, Q) und in neun Betrieben (G, H, I, J, K, L, M, P, T) unter 20%. Beim Vergleich der Nachweisraten der 12 ausgewählten Betriebe (n=30 oder 60; B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R), lagen die Ergebnisse der Schlachttierkörper in den Betrieben C, D und R mehrheitlich signifikant höher und diejenigen des Betriebs J eher auf einem tieferen Niveau.

Der Vergleich der *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse an den Entnahmestellen zeigte, dass vergleichbar mit den GKZ-Ergebnissen, die höchste Nachweisrate zumeist an der Lokalisation Hals gefunden wurde. Allerdings unterschieden sich die Nachweisraten in der Hälfte der ausgewählten 12 Betriebe (n=30 oder 60) nicht signifikant.

Ausgehend von denjenigen 11 Betrieben, in welchen (i) Schweine- und Rinderschlachttierkörper untersucht und (ii) Proben von 30 oder 60 Rinderschlachttierkörpern erhoben wurden, lagen die Werte in vier Betrieben bei den Rinder- (C, E, I, K) und in sieben Betrieben bei den Schweineschlachttierkörpern (B, D, G, H, J, M, R) auf einem höheren Niveau. Allerdings unterschieden sich die Nachweisraten lediglich in drei Betrieben signifikant (C, G, J). Im Gegensatz dazu wurden *Enterobacteriaceae* in einer früheren, in mehreren Grossbetrieben mittels NTT durchgeführten Studie häufiger bei Rindern als bei Schweinen nachgewiesen und es wurde vermutet, dass dies auf den höheren Kontaminationsdruck ausgehend vom Fell der Rinder zurückzuführen ist (Zweifel et al., 2005a).

Direkt vergleichbare Literaturdaten fehlen aus den vorangehend aufgeführten Gründen und insbesondere für Kleinbetriebe weitgehend. In der Schweiz liegen nur mittels NTT erhobene Daten aus Grossbetrieben zum *Enterobacteriaceae*-Nachweis auf Schlachttierkörpern vor. Dabei schwankten die Nachweisraten auf den Rinderschlachttierkörpern verschiedener Betriebe von 12.0% bis 54.0% (Zweifel et al., 2005a) und waren damit mit den vorliegenden Daten vergleichbar. Allerdings wurde kürzlich festgestellt, dass sich die *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten auf Rinderschlachttierkörpern bei Anwendung der destruktiven (23.4%) oder der nicht-destruktiven Technik (7.7%) deutlich unterscheiden (Hutchison et al., 2005).

Beim Vergleich der GKZ-Ergebnisse mit den *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten zwischen den Betrieben liessen sich keine eindeutigen Trends erkennen. Nicht in jedem Fall stimmten diejenigen Betriebe mit hohen/tiefen GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnissen überein, wenn auch innerhalb der Betriebe bei hohen GKZ-Ergebnissen teilweise eher *Enterobacteriaceae* gefunden wurden. Insbesondere im Betrieb J wiesen die Schlachttierkörper bei hoher GKZ eine sehr niedrige *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate auf, während sich der Betrieb C durch eine hohe *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate bei mittlerer GKZ auszeichnete. Wie bei den Schweineschlachttierkörpern stellt daher der Nachweis der *Enterobacteriaceae* bei den Rinderschlachttierkörpern eine sinnvolle Ergänzung zur GKZ-Bestimmung dar.

Enterobacteriaceae kamen wie bei den Schweineschlachttierkörpern überwiegend in geringer Anzahl vor und machten nur einen kleinen Teil der Gesamtkeimbelastung aus. Die Mehrheit der Ergebnisse lag unterhalb der Nachweisgrenze und bei den *Enterobacteriaceae*-positiven Proben überwiegend unter $2.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} . Da gemäss Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und Anleitung des BVET die Grenze zwischen befriedigenden und akzeptablen Ergebnissen für Rinderschlachttierkörper bei $1.5 \log_{10}$ KBE cm^{-2} liegt, sind infolge der Nachweisgrenze bei $1.6 \log_{10}$ KBE cm^{-2} grundsätzlich alle positiven Proben als „akzeptabel“ zu beurteilen. Die in der vorliegenden Arbeit gefundenen *Enterobacteriaceae*-Zahlen sind, trotz unterschiedlicher Entnahmetechnik, mit denjenigen von Grossbetrieben der Schweiz vergleichbar (Dura et al., 1999; Zweifel et al., 2005a).

Betreffend der $\log_{10}N$ -Werte treffen die vorgängig bei den Schweineschlachttierkörpern im Abschnitt 6.1.4. getroffenen Aussagen (Beeinflussung durch einzelne hohe *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse beim Vorliegen von nur wenigen positiven Proben) ebenfalls zu. Beim Vergleich zwischen den Betrieben ist zudem die unterschiedliche Probenzahl zwingend zu berücksichtigen, so dass nur die Werte von Betrieben mit identischer Probenzahl direkt vergleichbar sind. In Folge der oftmals nur geringen Schlachtzahlen von Rindern ist der Einsatz von $\log_{10}N$ -Werten zur Verifikation der Schlachthygiene in Kleinbetrieben zusätzlich eingeschränkt.

6.2.4. Konsequenzen aus den ermittelten GKZ- und *Enterobacteriaceae*-Ergebnissen

Zur Evaluation der Ursachen der hohen GKZ-Belastungen und *Enterobacteriaceae*-Nachweisraten in einzelnen Kleinbetrieben sowie Entnahmestellen ist es angezeigt, analog zum Vorgehen bei den Schweineschlachttierkörpern, eine optische und mikrobiologische Analyse der Schlachtabläufe durchzuführen. Letzteres auch, da Schlachttierkörper in Abwesenheit von optisch feststellbaren Verunreinigungen mikrobiologisch kontaminiert sein können (Gill, 2004; Pearce et al., 2004; Tergney und Bolton, 2006). Ziel ist es, Prozessstufen zu identifizieren, die zur betriebs- oder lokalisationspezifischen Kontamination von Schlachttierkörpern beitragen.

Neben den vorgängig im Abschnitt 6.1.5. aufgeführten Faktoren, die den mikrobiologischen Status von Schlachttierkörpern und die Heterogenität der Oberflächenkeimbelastung beeinflussen können (Kontaktmöglichkeiten der Schlachttierkörper, Hygieneverhalten der Mitarbeiter, Messerhandhabung, Reinigungsdefizite etc.), sind im Rahmen der Rinderschlachtung insbesondere der Sauberkeit der Schlachttiere und dem Prozessschritt des Enthäutens erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

In verschiedenen Untersuchungen erwies sich das Fell der Tiere als eine der wichtigsten Quellen für eine mikrobielle Kontamination von Schlachttierkörpern im Rahmen des Rinderschlachtprozesses (Bell, 1997; Hudson et al., 1998; McEvoy et al., 2000; Reid et al., 2002; Madden et al., 2004). Je nach Sauberkeit der Tiere finden sich im Fell oftmals sehr hohe Keimzahlen (Bacon et al., 2000). Voraussetzung zur Minimierung des Kontaminationsdrucks ist daher, dass die Tiere möglichst trocken und sauber zur Schlachtung kommen, da ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Sauberkeit der Tiere und des Oberflächenkeimgehalts an bestimmten Lokalisationen von Rinderschlachttierkörpern festgestellt wurde (McEvoy et al., 2000). Auch liess sich eine Beziehung zwischen der Keimzahl-Höhe auf dem Fell der Tiere und derjenigen auf den Schlachttierkörpern bestätigen (Arthur et al., 2004).

Im Rahmen der Enthäutung von Rindern besteht die Gefahr, dass infolge fehlerhafter Messerhandhabung beim Vorenthäuten (Messerwechsel und -reinigung), durch Berührung der Fleischoberfläche mit der Hand, mit der das Fell angefasst wurde, oder durch das Einrollen der vorgelösten Haut eine grosse Anzahl an Keimen auf die Oberfläche von Schlachttierkörpern übertragen wird (Bell, 1997; Gill et al., 1998b,c; Hudson et al., 1998).

Neben saprophytären Keimen können auf diesem Wege auch Pathogene wie Shigatoxin-bildende *E. coli* oder Salmonellen, die auf dem Fell nachgewiesen wurden (Elder et al., 2000; Reid et al., 2002; Barkocy-Gallagher et al., 2003; Nou et al., 2003; Arthur et al., 2004; Rivera-Betancourt et al., 2004), auf die Rinderschlachttierkörper gelangen. Auch wurde eine Korrelation zwischen den Nachweisraten von *E. coli* O157 auf dem Fell und auf den Schlachttierkörpern nachgewiesen (Elder et al., 2000). Zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit ist es daher entscheidend, diese Übertragung durch Schlachthygiene-Massnahmen zu minimieren. Zudem wurden verschiedene Verfahren zur Dekontamination vor der Enthäutung evaluiert (Byrne et al., 2000; Bosilevac et al., 2005; Koohmaraie et al., 2005; Small et al., 2005; Baird et al., 2006). Aktuell wurde zudem vom USDA ein auf dem Einsatz von Bakteriophagen beruhendes Wasch-Verfahren zugelassen. Generell sind Dekontaminations-Massnahmen im Rahmen der Rinderschlachtung in den USA und Kanada weit verbreitet (Bolton et al., 2001; Koohmaraie et al., 2005).

Wenn auch in der Praxis oftmals verschiedene Dekontaminations-Verfahren kombiniert werden („multiple hurdle carcass interventions“), wurde die ideale Kombination, die alle Anforderungen (Qualität, Gesundheitsschutz, Kosten) erfüllt, noch nicht gefunden und es werden laufend neue „Komponenten“ erprobt (Bosilevac et al., 2006; Penney et al., 2007).

Im Gegensatz dazu sind in Europa viele dieser Dekontaminations-Massnahmen für Schlachttierkörper nicht empfohlen oder nicht zugelassen (Smulders und Greer, 1998; Bolton et al., 2001). Noch mehr Gewicht wird daher auf die Einhaltung und Optimierung der Schlachthygiene-Massnahmen an allen Schlachtprozessstufen gelegt (präventiver Ansatz) und es wird versucht, die Einhaltung der Schlachthygiene anhand von „On-line Monitoringsystemen“ zu verifizieren (Bolton et al., 2001; Tergney et Bolton, 2006; Ryan, 2007).

Des Weiteren ist es von grosser Bedeutung, die korrekte Durchführung der Arbeiten an der Schlachtlinie, insbesondere der Evisceration zu gewährleisten und zu verifizieren. Hierbei sind die *Enterobacteriaceae*-Ergebnisse von grosser Bedeutung (McEvoy et al., 2004). Allerdings ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen, dass die Evisceration mit minimaler Verunreinigung der Schlachttierkörper ausgeführt werden kann, sofern der Gastrointestinaltrakt nicht eingerissen oder angestochen wird und die Schlachthygiene-Massnahmen eingehalten werden (Gill et al., 2003).

Wie bei der Schweineschlachtung ist zurzeit die Bedeutung der Übertragung von Mikroorganismen durch Aerosole auf die Rinderschlachttierkörper nicht abschliessend geklärt (Rahkio und Korkeala, 1997; Prendergast et al., 2004; Burfoot et al., 2006). Beispielsweise wurden in einer aktuellen Studie im Bereich des Hautabzugs hohe Keimzahlen in der Raumluft nachgewiesen (Burfoot et al., 2006). Mit Sicherheit stellt dieser Weg jedoch nicht die primäre Kontaminationsquelle von Rinderschlachttierkörpern dar (Burfoot et al., 2006).

6.3. Schlussfolgerungen und Konzept-Vorschlag zur Durchführung mikrobiologischer Verifikationskontrollen von Schlachttierkörpern in Kleinbetrieben

Gemäss den gesetzlichen Vorgaben wird auch in Kleinbetrieben (Betriebe mit geringer Kapazität, Art. 3 VSFK) eine auf den HACCP-Grundsätzen basierende, dokumentierte, regelmässige Überwachung der Hygienebedingungen bei der Fleischgewinnung gefordert. Eine solche umfasst neben Temperaturkontrollen, Kontrollen der Reinigung und Desinfektion sowie Schlachtprozesskontrollen auch die Kontrolle von Schlachttierkörpern. Allerdings sollten sich der jeweilige Umfang von Konzepten respektive der Aufwand zur Überwachung am risikobasierten Ansatz orientieren (Tabelle 42).

Ausgehend von einem risikobasierten Ansatz wird daher vorgeschlagen, grundsätzlich zwischen drei verschiedenen **Betriebskategorien** zu unterscheiden: Kleinstbetriebe (Kategorie A), Kleinbetriebe (Kategorie B) sowie Grossbetriebe (Kategorie C). Als „Kleinstbetriebe“ (Kategorie A) sind dabei Betriebe anzusehen, welche Primärerzeugnisse oder selbst hergestellte Produkte direkt an den Endverbraucher oder an lokale Einzelhandelsgeschäfte zur direkten Abgabe an den Endverbraucher abgeben. Beispielsweise gehört in diese Kategorie eine Dorfmetzgerei, der neben dem Schlachtbetrieb, eine Fleischverarbeitung und ein Verkaufsgeschäft angegliedert sind, wobei die Schlachtung und Verarbeitung dem eigenen Betriebsbedarf dienen. Die Mehrheit der in der vorliegenden Arbeit ausgewählten Betriebe gehörte in diese Kategorie. Die Kategorie B umfasst „Kleinbetriebe“ (Kategorie B), welche Primärerzeugnisse zur Weiterverarbeitung an andere Betriebe abgeben. Von den ausgewählten Betrieben liessen sich fünf (B, C, I, 2, 10) in diese Kategorie einteilen.

Basierend auf dieser risikobasierten Einteilung wird daher für „Kleinbetriebe“ vorgeschlagen, dass in Betrieben, welche Primärerzeugnisse zur Weiterverarbeitung an andere Betriebe abgeben (Kategorie B), im Rahmen der Umsetzung der Selbstkontrolle neben der Kontrolle von Einrichtungen und Arbeitsgegenständen auch mikrobiologische Verifikationsuntersuchungen von Schlachttierkörpern durchzuführen sind.

Tabelle 42: Vorschlag für die Umsetzung risikobasierter Konzepte zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit im Rahmen der Selbstkontrolle bei der Fleischgewinnung

	Betriebe		
	Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C
Rückverfolgbarkeit	+	++	+++
GHP	+	++	+++
HACCP	-	-	+++

- Kategorie A: Abgabe von Primärerzeugnissen oder selbst hergestellter Produkte an den Endverbraucher oder an lokale Einzelhandelsgeschäfte zur Abgabe an den Endverbraucher („Kleinstbetriebe“)
- Kategorie B: Abgabe von Primärerzeugnissen zur Weiterverarbeitung an andere Betriebe („Kleinbetriebe“)
- Kategorie C: Grossbetriebe

Basierend auf den destruktiv erhobenen Daten zum mikrobiologischen Status von Schweine- und Rinderschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben der Schweiz lassen sich die im Folgenden aufgeführten **Schlussfolgerungen** ziehen:

- Aufgrund der Betriebsspezifität der Ergebnisse zeigten sich zwischen den Betrieben teilweise deutliche Unterschiede in den Ergebnissen. Allerdings bewegten sich die Streuungen innerhalb der Betriebe auf einem relativ konstanten Niveau. Um betriebsspezifische Prozessstufen respektive Schwachstellen zu identifizieren, die zur Schlachttierkörper-Kontamination beitragen, bedarf es einer detaillierten optischen und mikrobiologischen Schlachtprozessanalyse.
- Die mittleren Keimzahlergebnisse von Schweine- und Rinderschlachttierkörpern („berechnete vertikale Poolprobe“) lagen insgesamt auf einem vergleichbaren Niveau. Allerdings zeigten sich lokalisationspezifische Unterschiede zwischen den Tierarten. Zudem wurde bei der Rinderschlachtung eine umfassende Auswertung oftmals durch die nur geringe Anzahl geschlachteter Tiere pro Entnahmetag erschwert.

- Ein Grossteil der mikrobiologischen Ergebnisse von Schweine- und Rinderschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben war grundsätzlich mit denjenigen von Grossbetrieben der Schweiz und weltweit vorliegenden Literaturdaten vergleichbar. Allerdings werden umfassende Vergleiche durch beispielsweise unterschiedliche Entnahmetechniken, variierende Probenentnahmezeitpunkte oder dem Einsatz von im angloamerikanischen Raum verbreiteten Dekontaminations-Massnahmen erschwert. Zudem fehlten spezifische Daten aus Kleinbetrieben weitgehend.
- Zur Beurteilung der mikrobiologischen Ergebnisse von Schweine- und Rinderschlachttierkörpern aus Kleinbetrieben eignen sich grundsätzlich die Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und der Anleitung des BVET „zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben“ (Tabelle 1). Aufgrund der geringeren Tierzahlen in Kleinbetrieben ist es angezeigt, die logarithmierten Einzelergebnisse, und nicht (nur) Tagesdurchschnittswerte zu beurteilen, um eine Übersicht über den aktuellen mikrobiologischen Status von Schlachttierkörpern zu erhalten. Insbesondere konnten im Rahmen der Rinderschlachtung häufig nur einzelne Schlachttierkörper beprobt werden.
- Grundsätzlich sollte die Bewertung von Ergebnissen mikrobiologischer Verifikationsuntersuchungen von Schlachttierkörpern auf der Basis betriebseigener, vergleichbarer Daten erfolgen. Betriebsübergreifende Bewertungskriterien sind nur als „Baseline“ anzusehen. Ein graphisch einprägsames, auf betriebsspezifischen Daten beruhendes Konzept zur Verifikation der Schlachthygiene stellt die Qualitätsregelkarten-Technik dar. Allerdings setzt der Einsatz dieser Technik (i) eine Ermittlung der betriebsspezifischen Grenzzlinien im Rahmen einer Voruntersuchung und (ii) einen während der Vor- und Routineuntersuchungen konstanten Stichprobenumfang von mindestens fünf Schlachttierkörpern pro Entnahmetag voraus. Insbesondere für die Anwendung im Rahmen der Rinderschlachtung in Kleinbetrieben scheint sich diese Technik infolge der häufigen Schlachtung von nur einzelnen Tieren kaum zu eignen.

- Für eine aussagekräftige Verifikation der Schlachthygiene in Kleinbetrieben stellt die Untersuchung auf *Enterobacteriaceae* eine sinnvolle Ergänzung zur Untersuchung auf die GKZ dar. Ohne den Nachweis der *Enterobacteriaceae* wären in einzelnen Betrieben sowie an einzelnen Lokalisationen Hinweise auf mögliche, mit einer fäkalen Kontamination verbundene Probleme in der Schlachthygiene nicht oder weniger deutlich zu Tage getreten. Aufgrund der häufigen Ergebnisse unter der Nachweisgrenze, der damit verbundenen Problematik der nicht normalverteilten Daten sowie der im allgemeinen geringen *Enterobacteriaceae*-Zahlen empfiehlt es sich, bei den *Enterobacteriaceae* alternativ zu den Keimzahlen die Nachweishäufigkeit zu vergleichen.

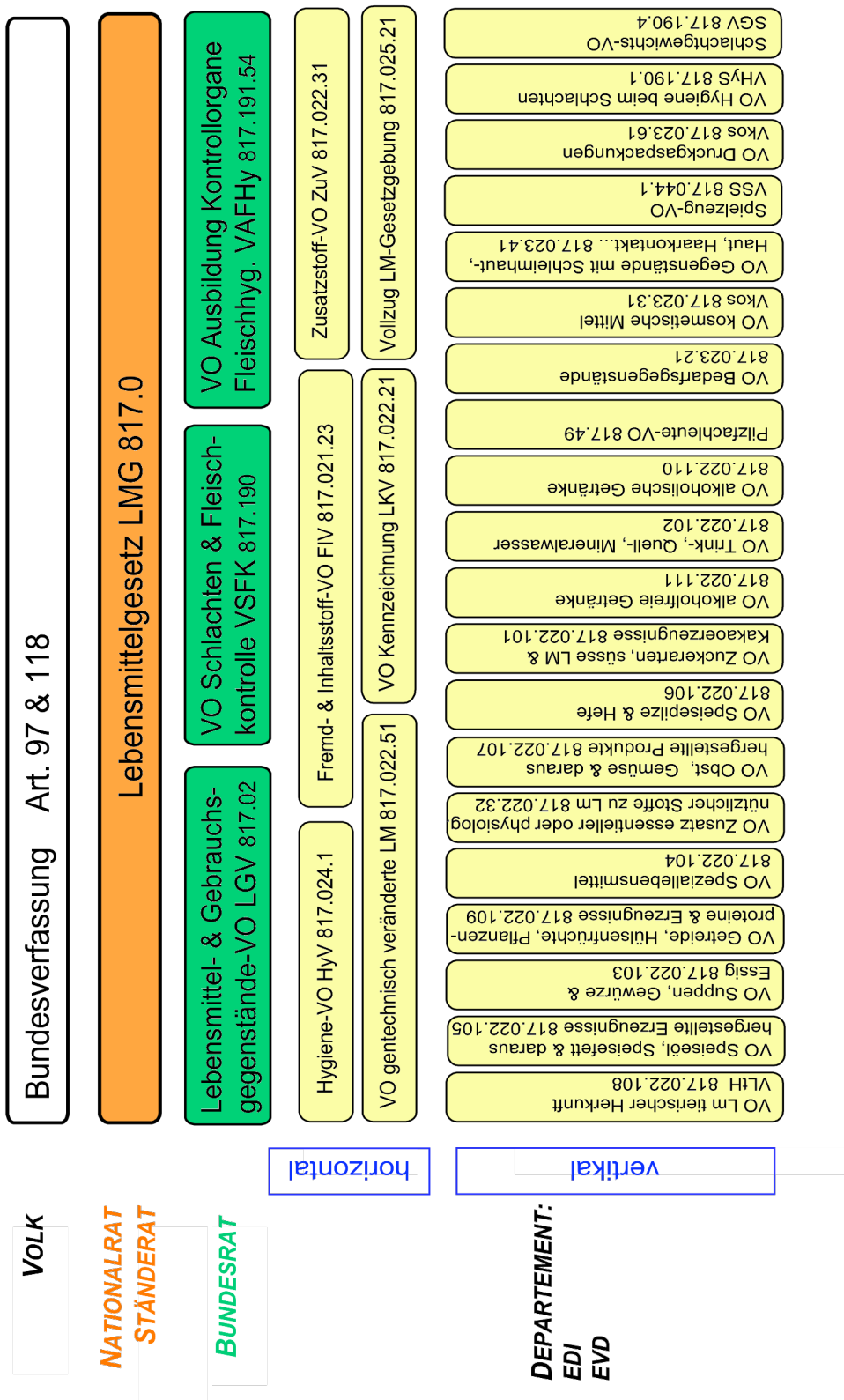
Die Grundlagen und gesetzlichen Vorgaben zur Durchführung mikrobiologischer Verifikationsuntersuchungen von Schlachttierkörpern wurden im Rahmen der Einleitung zu dieser Arbeit im Abschnitt 3 erläutert. Im Folgenden wird unter Berücksichtigung (i) dieser Grundlagen und (ii) der im Rahmen dieser Arbeit ermittelten Daten folgendes risikobasiertes **Konzept** zur Durchführung von mikrobiologischen Verifikationsuntersuchungen von Schlachttierkörpern in Kleinbetrieben **vorgeschlagen**:

- Neben der Durchführung in Grossbetrieben sind periodische mikrobiologische Verifikationsuntersuchungen von Schlachttierkörpern auch in „Kleinbetrieben“ der Kategorie B zu fordern, die Primärerzeugnisse zur Weiterverarbeitung an andere Betriebe liefern.
- Diese Untersuchungen sind nach folgendem Schema **vierteljährlich** jeweils für die Tierarten **Schwein** und **Rind** durchzuführen. Infolge der Heterogenität der Oberflächenkeimbelastung von Schlachttierkörpern bedarf es für eine aussagekräftige und zuverlässige **Trendanalyse** der Daten von mindestens zwei Jahren.
- Bei jeder Untersuchung sind **fünf** zufällig ausgewählte Schweine- und Rinderschlachttierkörper zu beproben. Stehen regelmässig nur einzelne Schlachttierkörper pro Schlachttag zur Verfügung (Rinderschlachtung), wird die jeweils verfügbare Anzahl beprobt.

- Aufgrund der geringeren Streuung der Ergebnisse ist in Kleinbetrieben bei vierteljährlicher Durchführung der Untersuchungen die **destruktive Probenentnahmetechnik** anzuwenden. Dabei sind an jeweils vier Lokalisationen pro Schlachttierkörper Gewebeproben mit einer Fläche von 5 cm² zu entnehmen (4 x 5 cm²). Als **Entnahmestellen** eignen sich die in der Anleitung des BVET aufgeführten Lokalisationen (Schwein: Hals/Backe, Brust, Rücken, Schinken; Rind: Kamm, Brust, Flanke, Keule; Abbildung 4). Anschliessend sind die vier Proben jedes Schlachttierkörpers analog zu den Vorgaben der EU zu einer Poolprobe zusammenzufassen (**vertikale Poolprobe**). Dadurch lässt sich der notwendige Aufwand deutlich verringern, so dass diese Untersuchungen auch in kleineren Betrieben realisierbar sind.
- Die **Probenentnahme** sollte, wenn möglich nach dem Zurichten, jedoch vor dem Kühlprozess erfolgen. Gegebenenfalls kann die Probenentnahme bis spätestens drei Stunden nach Beginn der Kühlung stattfinden (BVET-Anleitung). Aufgrund der möglichen Beeinflussung der Keimbelastung von Schlachttierkörpern durch den Kühlprozess (Abtrocknung) ist es von grosser Bedeutung, dass die Probenentnahme jeweils zu einem konstanten Zeitpunkt durchgeführt wird, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten.
- Die Proben sind auf die aerobe mesophile **Gesamtkeimzahl**, als Mass für die tatsächliche mikrobielle Belastung, und auf *Enterobacteriaceae* als Indikatorkeime für eine fäkale Kontamination zu untersuchen. Bei den *Enterobacteriaceae* ist zusätzlich zur Keimzahl-Höhe die Nachweisrate zu ermitteln und auszuwerten. Alle Auswertungen erfolgen jeweils getrennt für die Tierarten Rind und Schwein.
- Aufgrund des im Vergleich zu Grossbetrieben (i) oftmals geringeren und nicht konstanten Stichprobenumfangs (Rinderschlachtung) sowie (ii) der geringeren Probenentnahmefrequenz (vierteljährlich) sind in Kleinbetrieben die ermittelten logarithmierten Einzelergebnisse (GKZ) der Schlachttierkörper, und nicht primär die Tagesdurchschnittswerte, mittels der in der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 und der Anleitung des BVET aufgeführten Grenzzlinien als „befriedigend“, „akzeptabel“ oder „unbefriedigend“ zu beurteilen (Tabelle 1).

Mit der Durchführung von mikrobiologischen Verifikationsuntersuchungen nach dem aufgeführten Schema ist es möglich im Rahmen einer längerfristigen Trendanalyse (2 Jahre), aussagekräftige Daten zum Status von Schweine- und Rinderschlachttierkörpern eines Kleinbetriebes (Kategorie B) zu erhalten und anhand betriebsübergreifender, von der EU vorgegebener Grenzwerte zu beurteilen. Bei wiederholten Ergebnissen ausserhalb des befriedigenden Bereichs ist es auch in Kleinbetrieben von entscheidender Bedeutung, geeignete Massnahmen umzusetzen. Zunächst ist im Rahmen einer Schlachtprozessanalyse und einer Überprüfung der Hygienemassnahmen, gegebenenfalls ergänzt durch eine nach Entnahmestellen aufgeschlüsselte mikrobiologische Untersuchung, eine sorgfältige und umfassende Schwachstellenanalyse durchzuführen. Nach Möglichkeit ist dabei die Ursache abweichender Ergebnisse zu identifizieren. Andererseits ist, wie vorgängig aufgeführt, die Betriebsspezifität solcher Ergebnisse zu berücksichtigen. Betriebsübergreifende mikrobiologische Bewertungskriterien sind als „Baseline“ im Interesse einer einheitlichen Hygieneüberwachung anzusehen.

7. Abbildungen



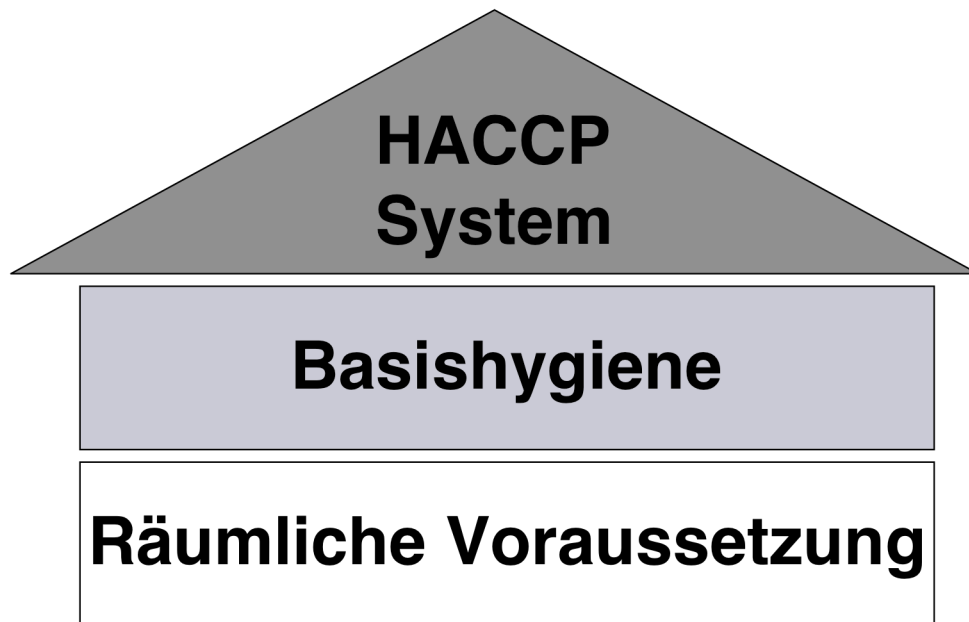


Abbildung 2: Modell der Struktur eines Betriebshygienekonzepts am Beispiel des „Zürcher Hygienehauses“

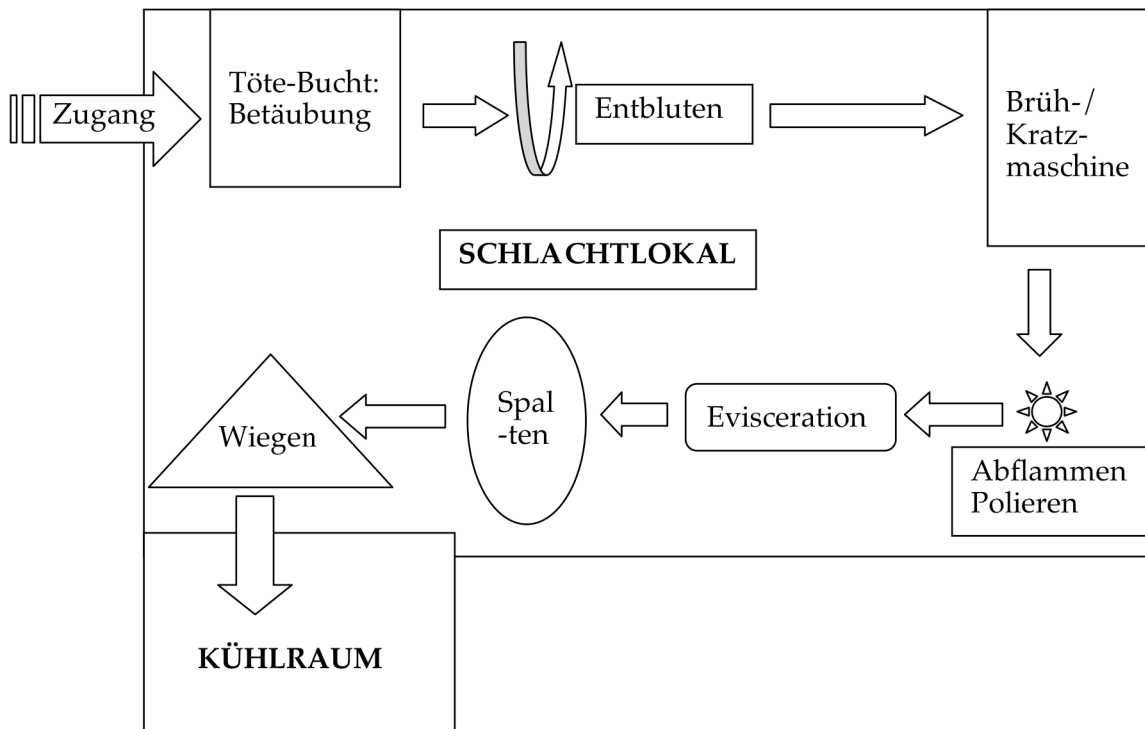


Abbildung 3: Grundsätzlicher Prozessablauf bei der Schweineschlachtung in den ausgewählten Kleinbetrieben

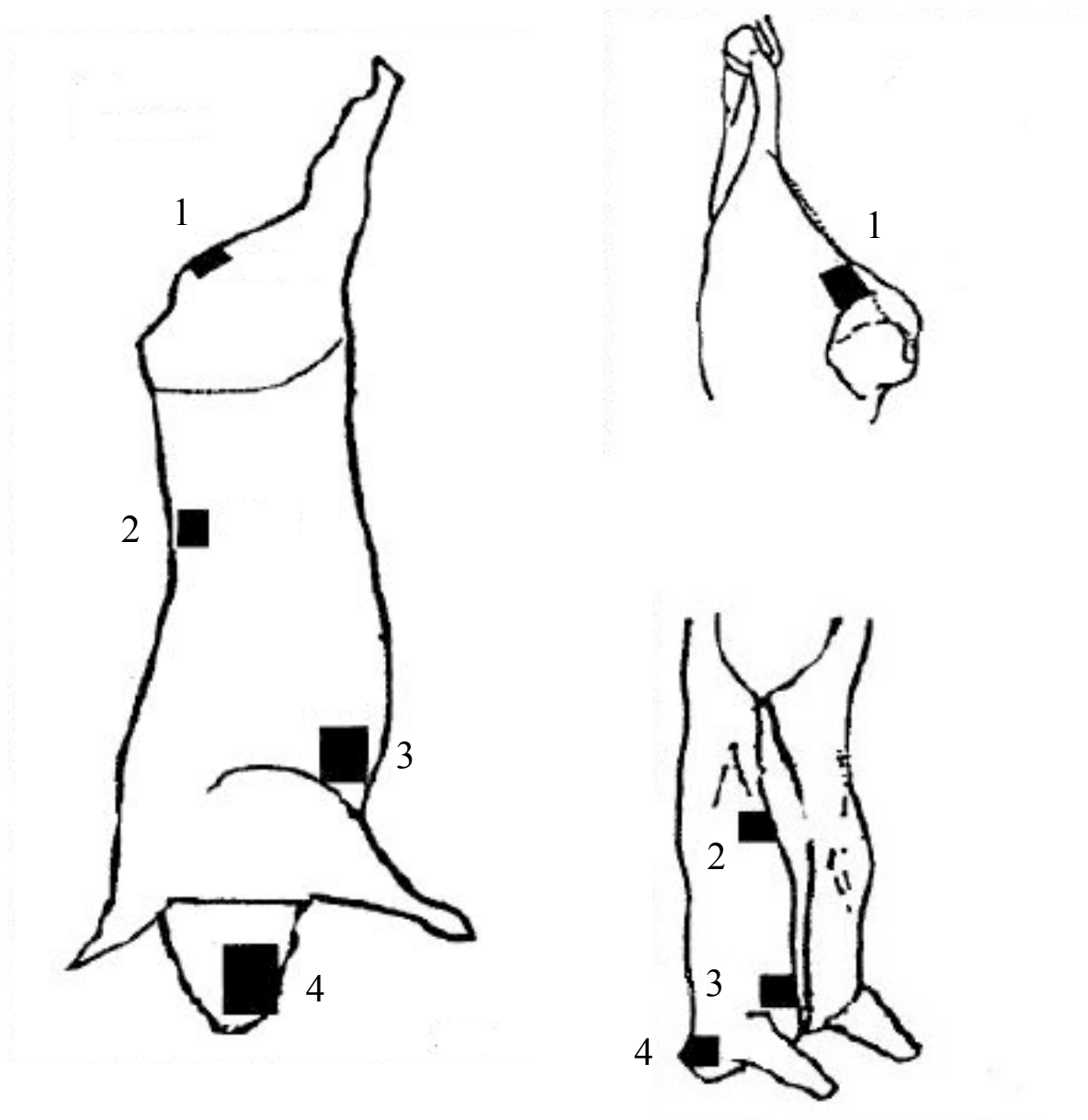


Abbildung 4: Probenentnahmestellen an Schweine- und Rinderschlachttierkörpern

Schwein: 1, Schinken 2, Rücken 3, Brust 4, Hals

Rind: 1, Keule 2, Flanke 3, Brust 4, Hals

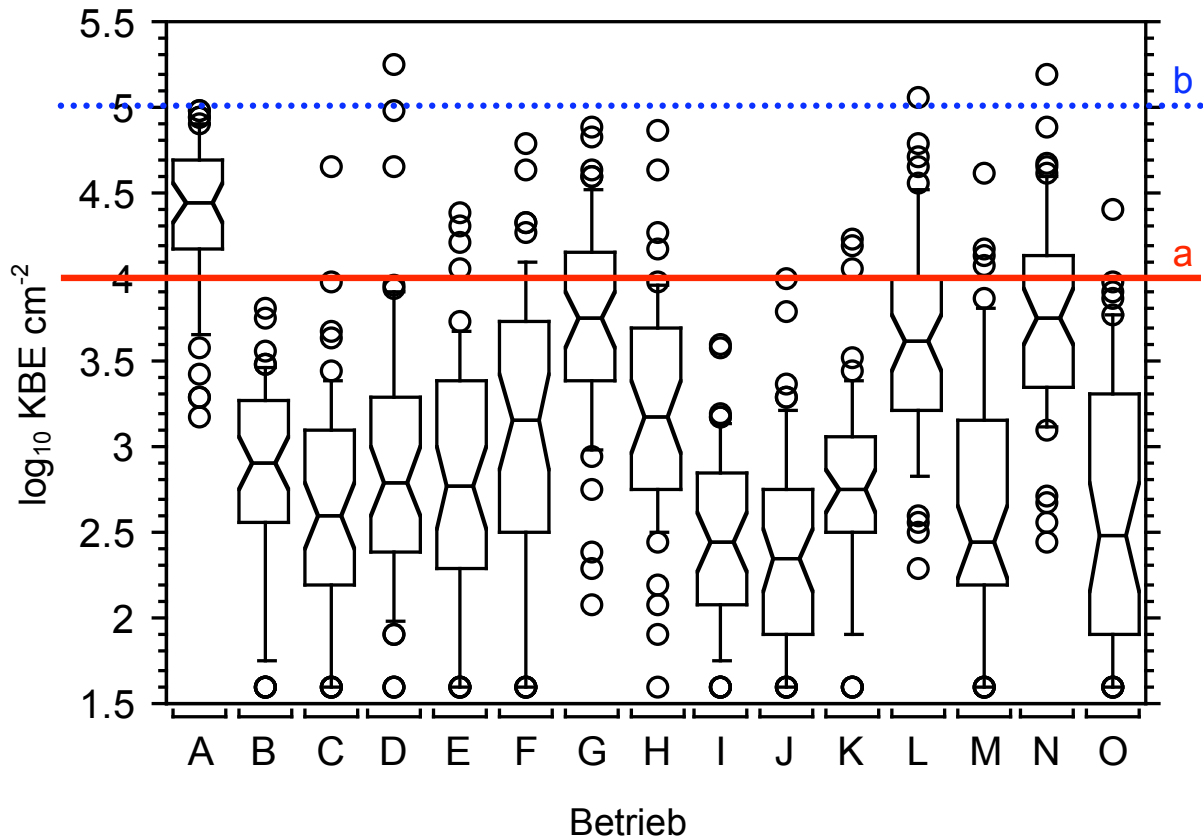


Abbildung 5: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachtierkörpern** der Betriebe A bis O (n=750; Dez. 05 - Mai 06) aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Hals**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

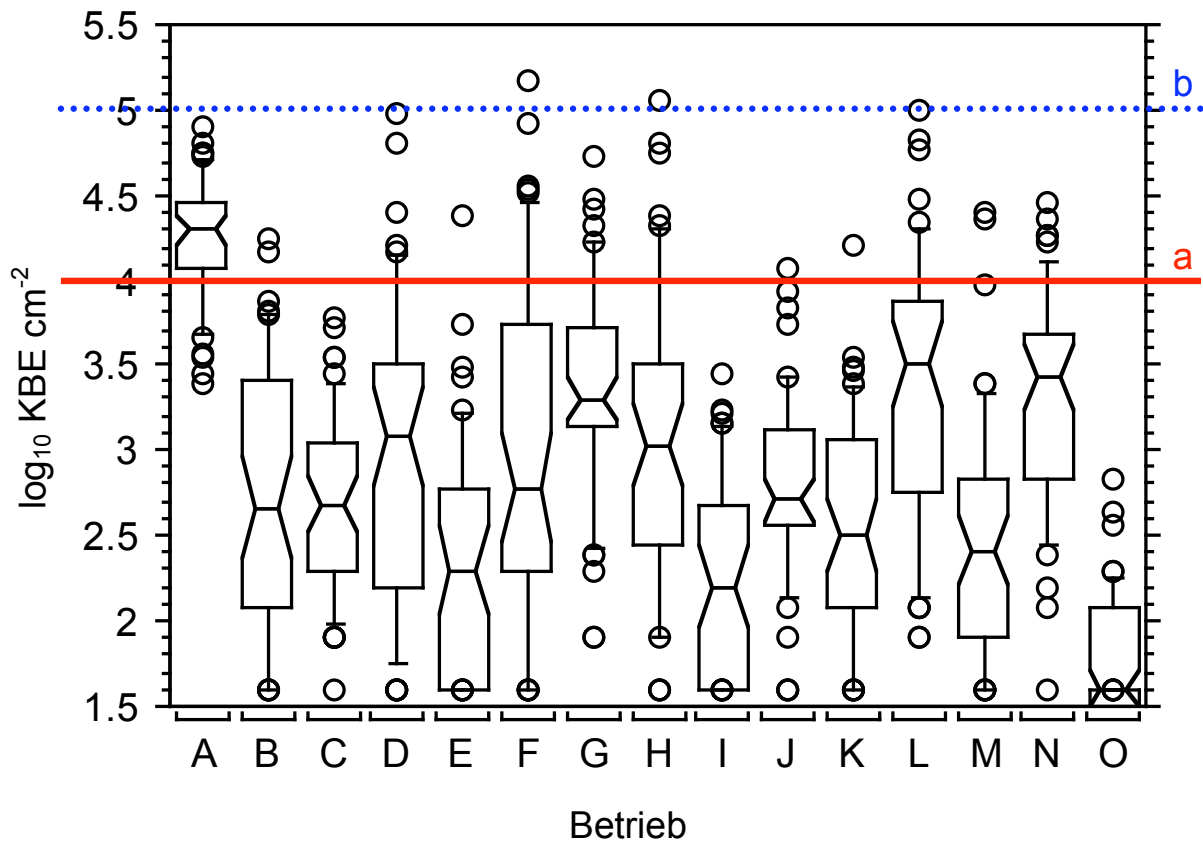


Abbildung 6: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** der Betriebe A bis O (n=750; Dez. 05 - Mai 06) aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Brust**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

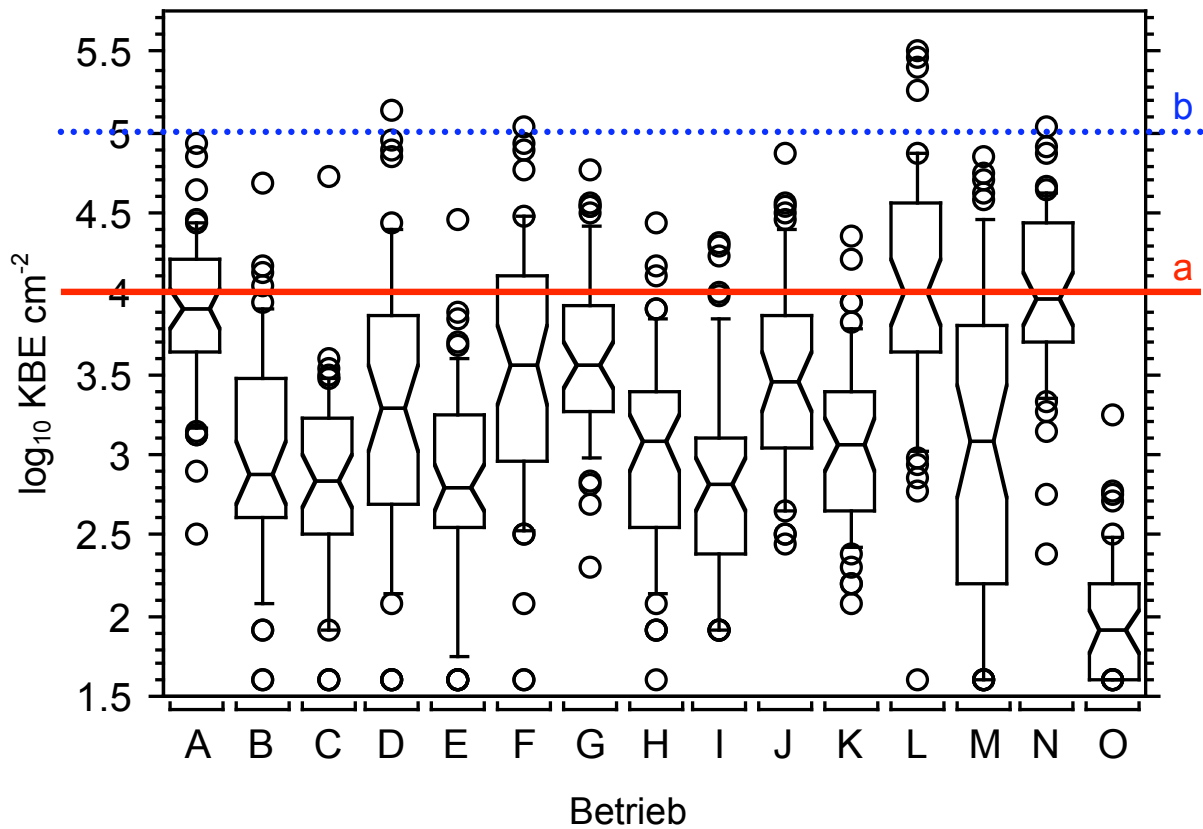


Abbildung 7: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachtierkörpern** der Betriebe A bis O (n=750; Dez. 05 - Mai 06) aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Rücken**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

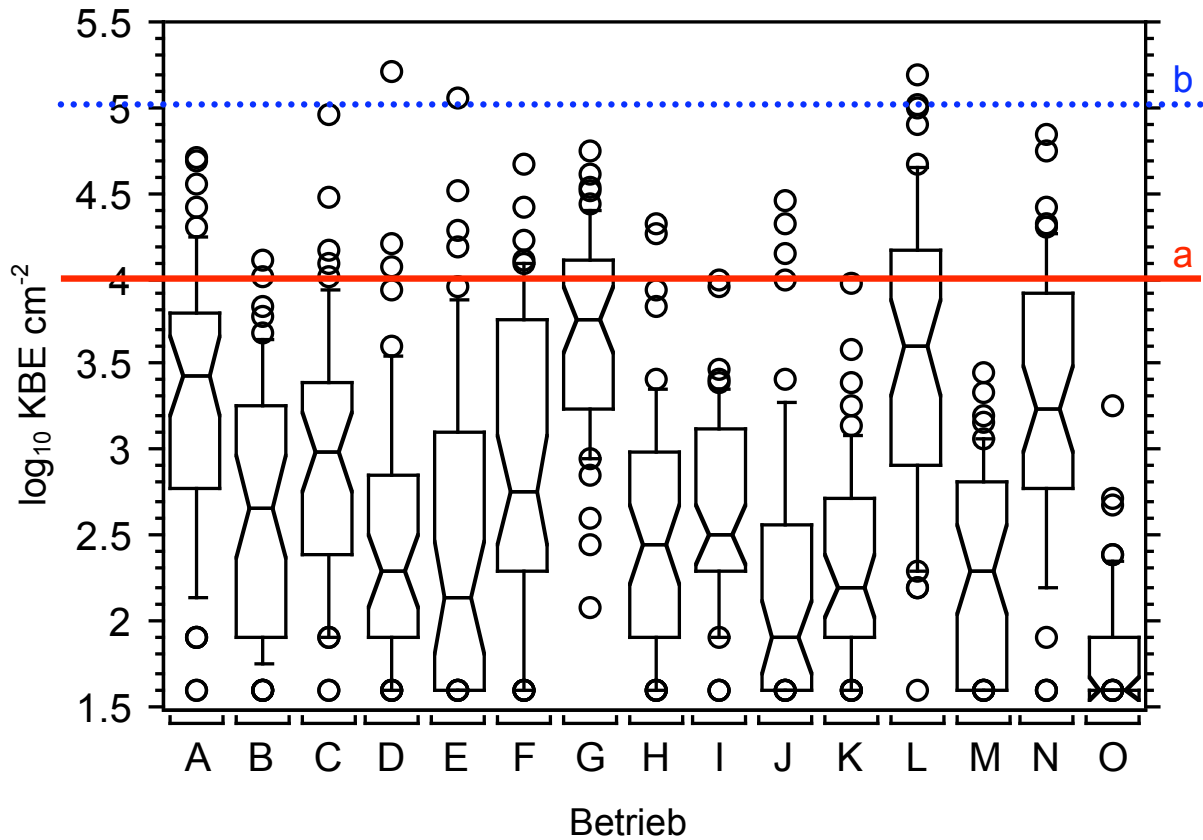


Abbildung 8: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** der Betriebe A bis O (n=750; Dez. 05 - Mai 06) aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Schinken**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

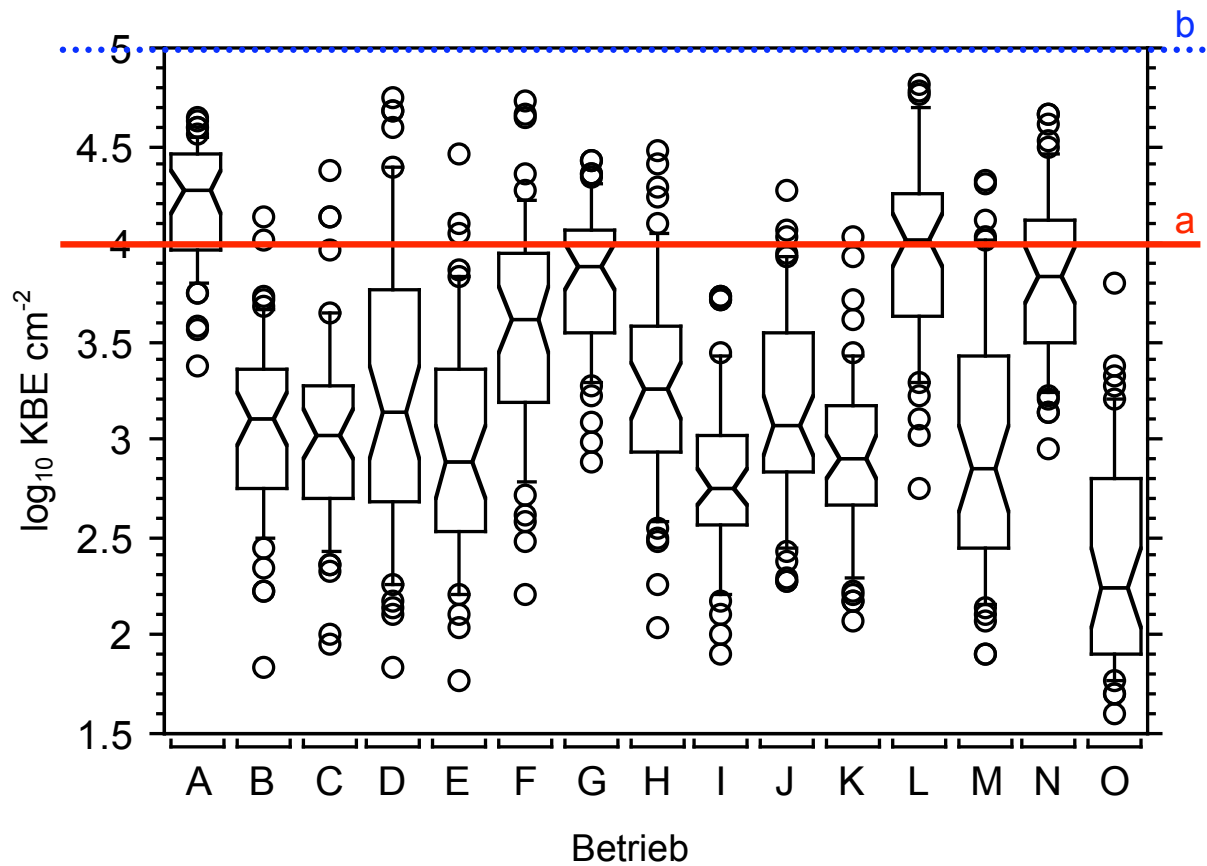


Abbildung 9: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** („berechnete vertikale Poolprobe“) der Betriebe A bis O (n=750; Dez. 05 - Mai 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

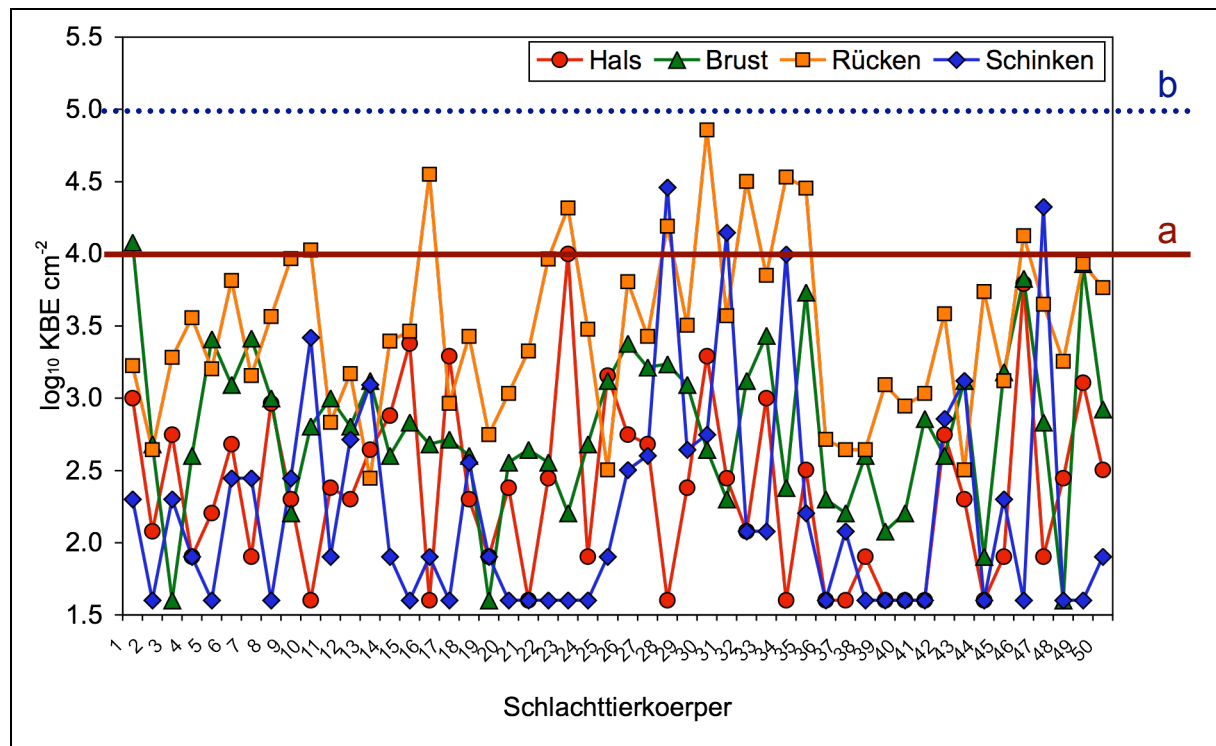


Abbildung 10: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes J** (n=200; Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06) aufgeschlüsselt nach **Probenentnahmestellen**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

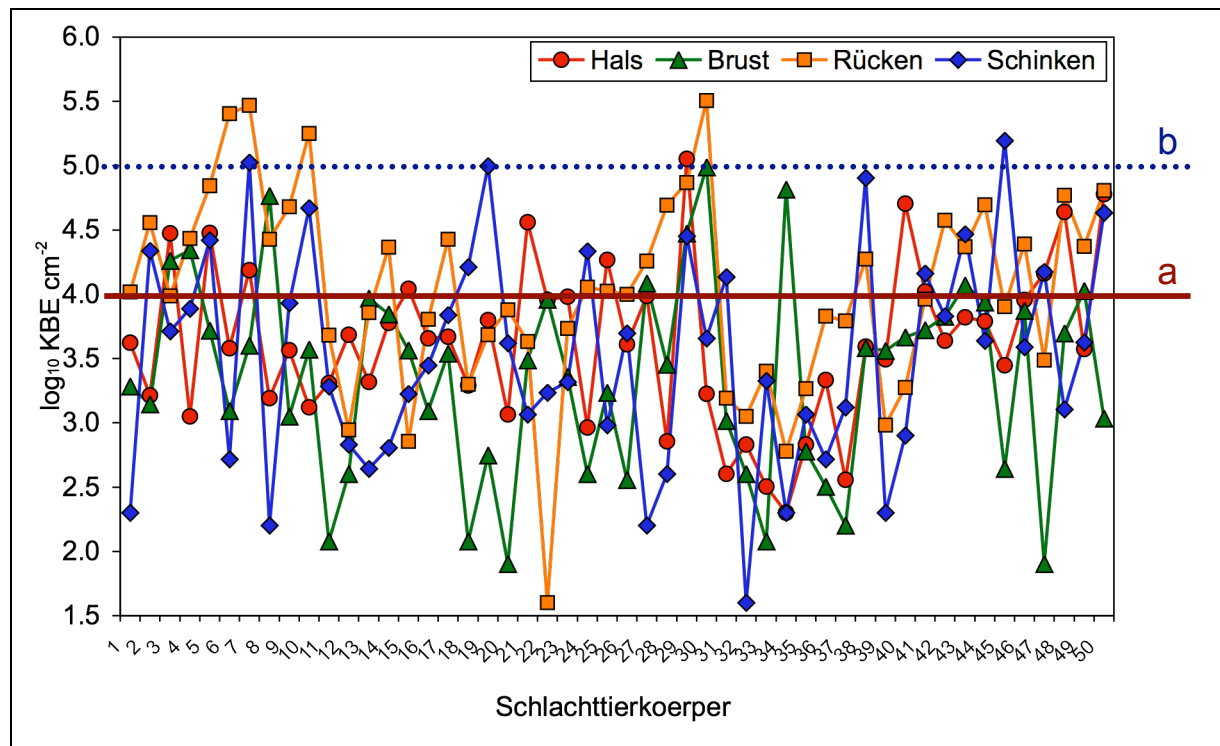


Abbildung 11: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes L** (n=200; Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06) aufgeschlüsselt nach **Probenentnahmestellen**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

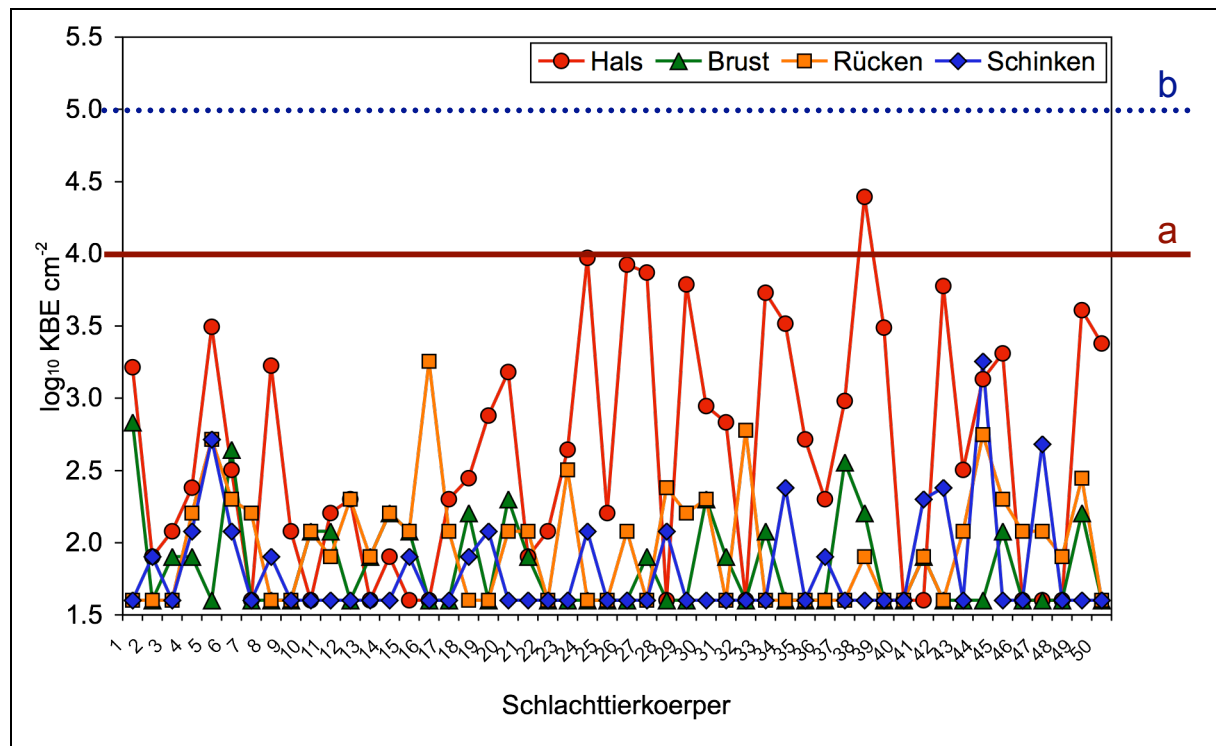


Abbildung 12: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachtierkörpern** des **Betriebes O** (n=200, Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06) aufgeschlüsselt nach **Probenentnahmestellen**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: <4.0 log₁₀ KBE cm⁻²; akzeptabel: 4.0-5.0 log₁₀ KBE cm⁻²; unbefriedigend: >5.0 log₁₀ KBE cm⁻²

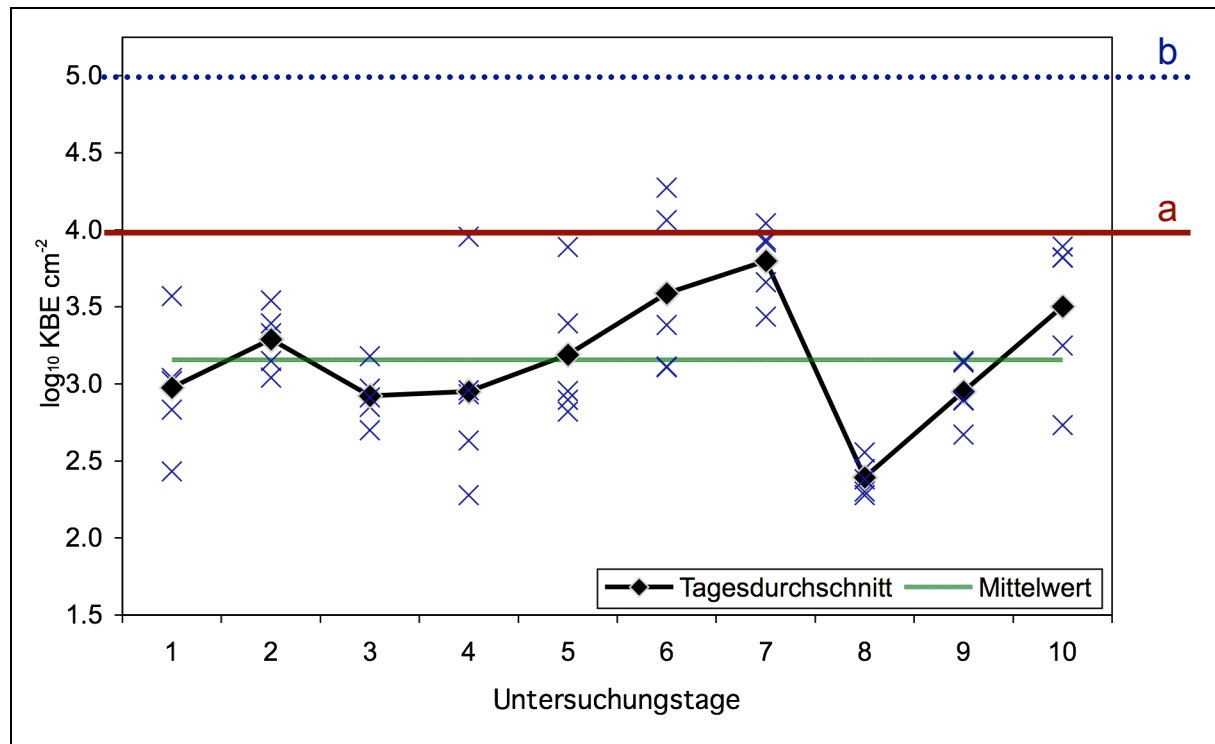


Abbildung 13: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes J** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=50) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

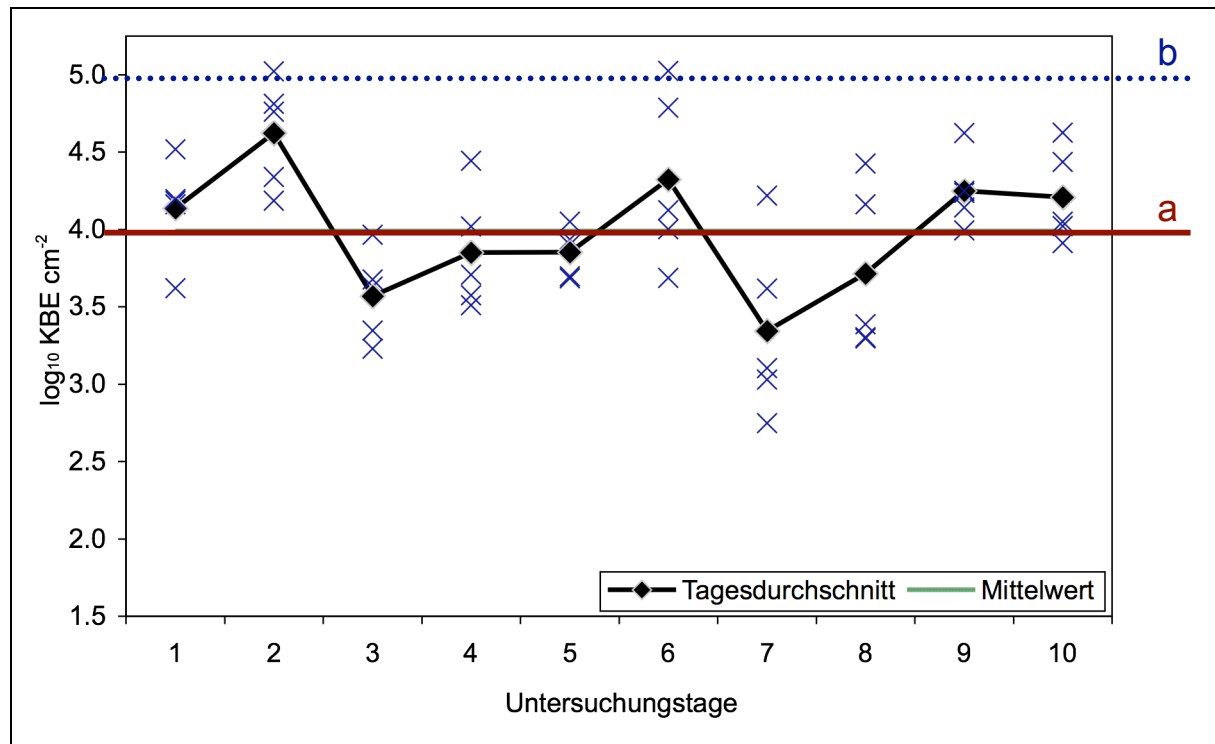


Abbildung 14: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes L** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=50) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}

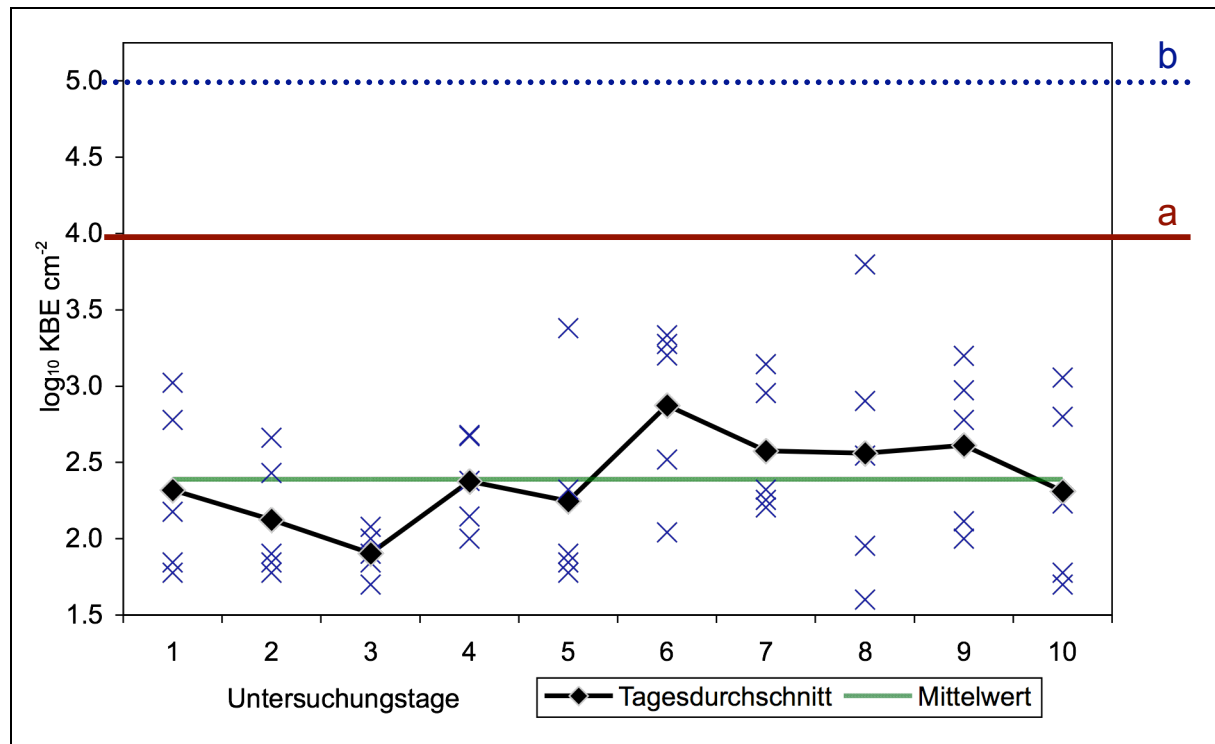


Abbildung 15: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes O** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=50) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: <4.0 log₁₀ KBE cm⁻²; akzeptabel: 4.0-5.0 log₁₀ KBE cm⁻²; unbefriedigend: >5.0 log₁₀ KBE cm⁻²

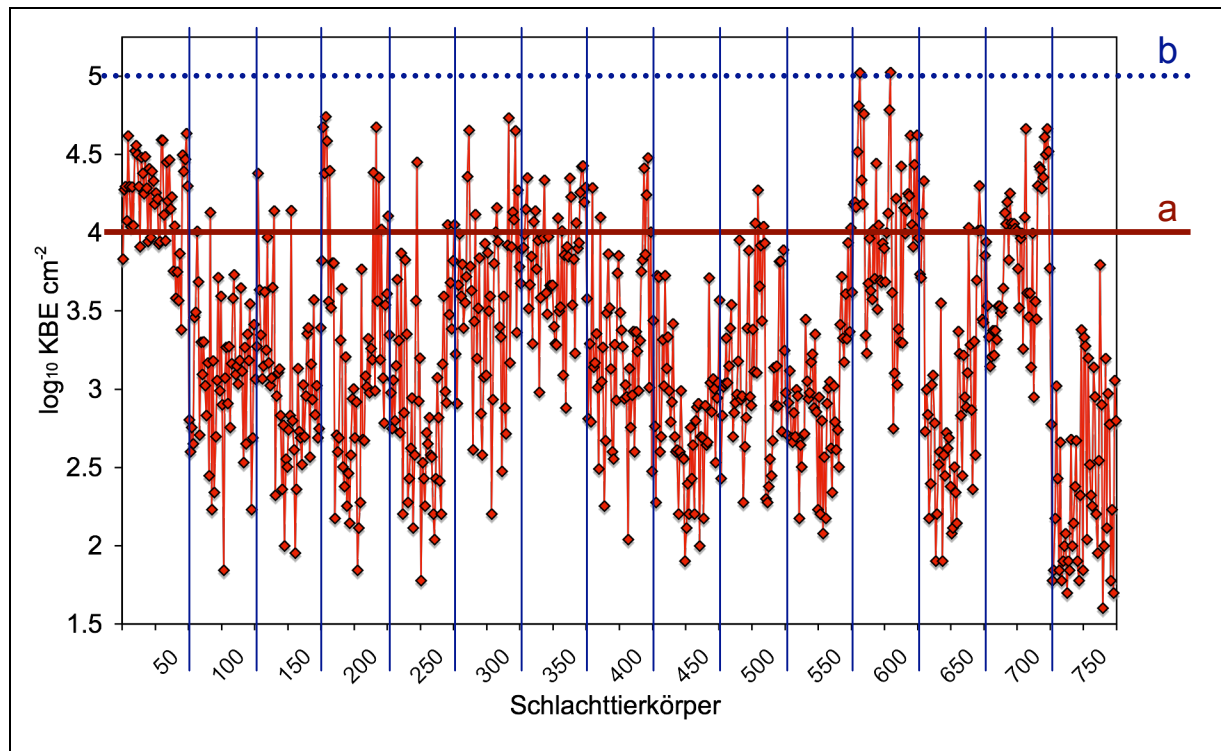


Abbildung 16: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** der Betriebe A bis O („berechnete vertikale Poolprobe“; n=750) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

Betrieb A, Werte 1-50; B, 51-100; C, 101-150; D, 151-200; E, 201-250; F, 251-300; G, 301-350; H, 351-400; I, 401-450; J, 451-500; K, 501-550; L, 551-600; M, 601-650; N, 651-700; O, 701-750

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

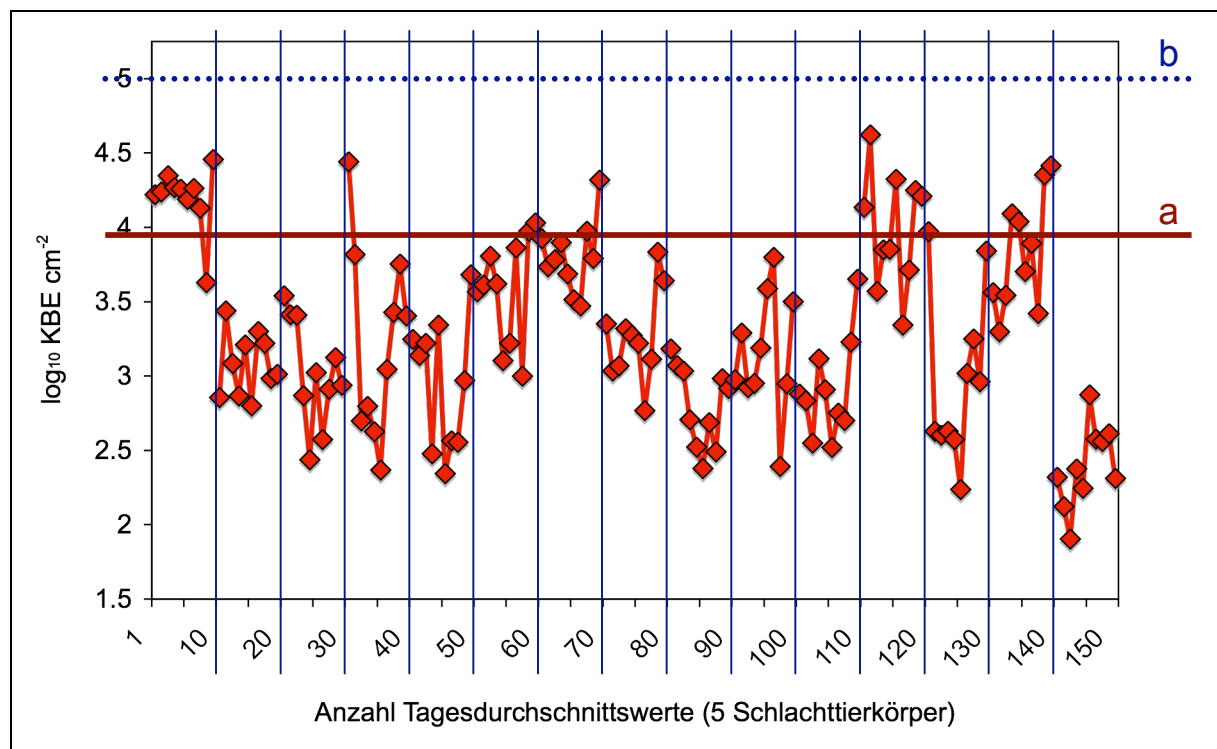


Abbildung 17: Tagesdurchschnittswerte der GKZ-Ergebnisse (n=150) von **Schweineschlachttierkörpern** der Betriebe A bis O („berechnete vertikale Poolprobe“; n=750) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

Betrieb A, Werte 1-10; B, 11-20; C, 21-30; D, 31-40; E, 41-50; F, 51-60; G, 61-70; H, 71-80; I, 81-90; J, 91-100; K, 101-110; L, 111-120; M, 121-130; N, 131-140; O, 141-150

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

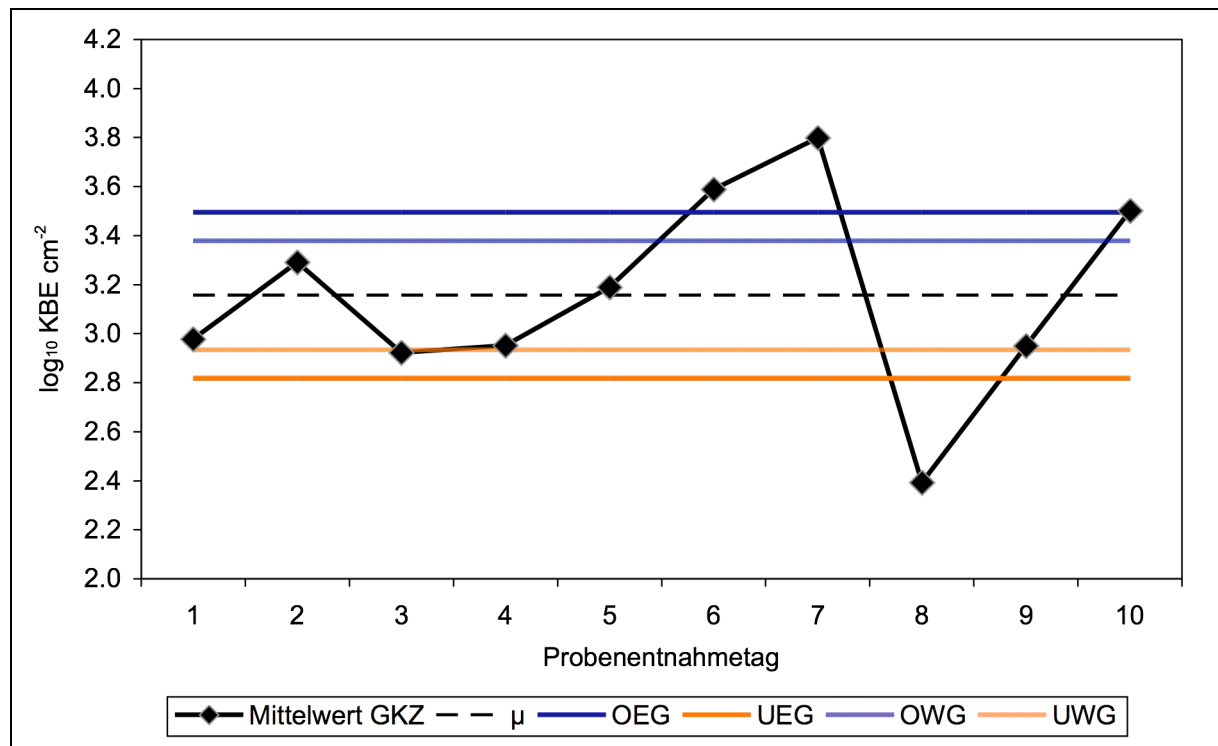


Abbildung 18: **Mittelwert-Qualitätsregelkarte** der GKZ-Ergebnisse (Tagesdurchschnittswerte) von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes J** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=50) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

μ: Prozessmittelwert; OEG: obere Eingriffsgrenze; UEG: untere Eingriffsgrenze; OWG: obere Warngrenze; UWG: untere Warngrenze

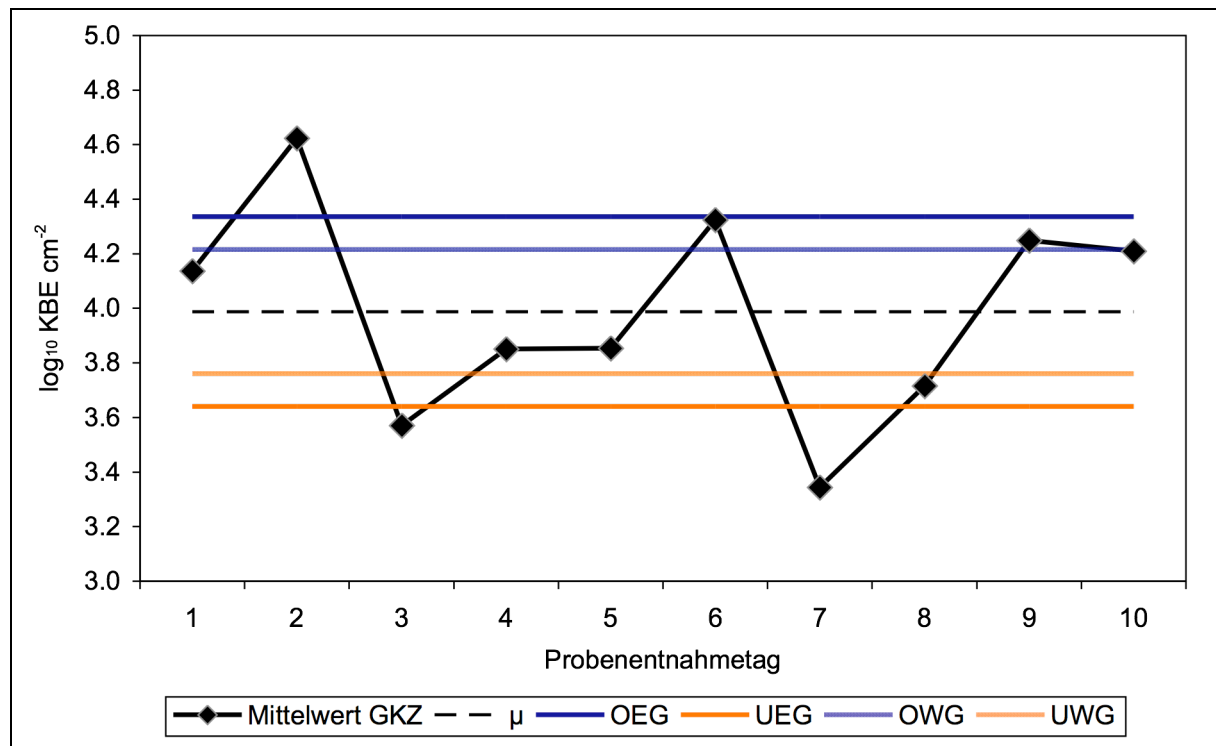


Abbildung 19: **Mittelwert-Qualitätsregelkarte** der GKZ-Ergebnisse (Tagesdurchschnittswerte) von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes L** („berechnete vertikale Poolprobe“; $n=50$) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

μ : Prozessmittelwert; OEG: obere Eingriffsgrenze; UEG: untere Eingriffsgrenze; OWG: obere Warngrenze; UWG: untere Warngrenze

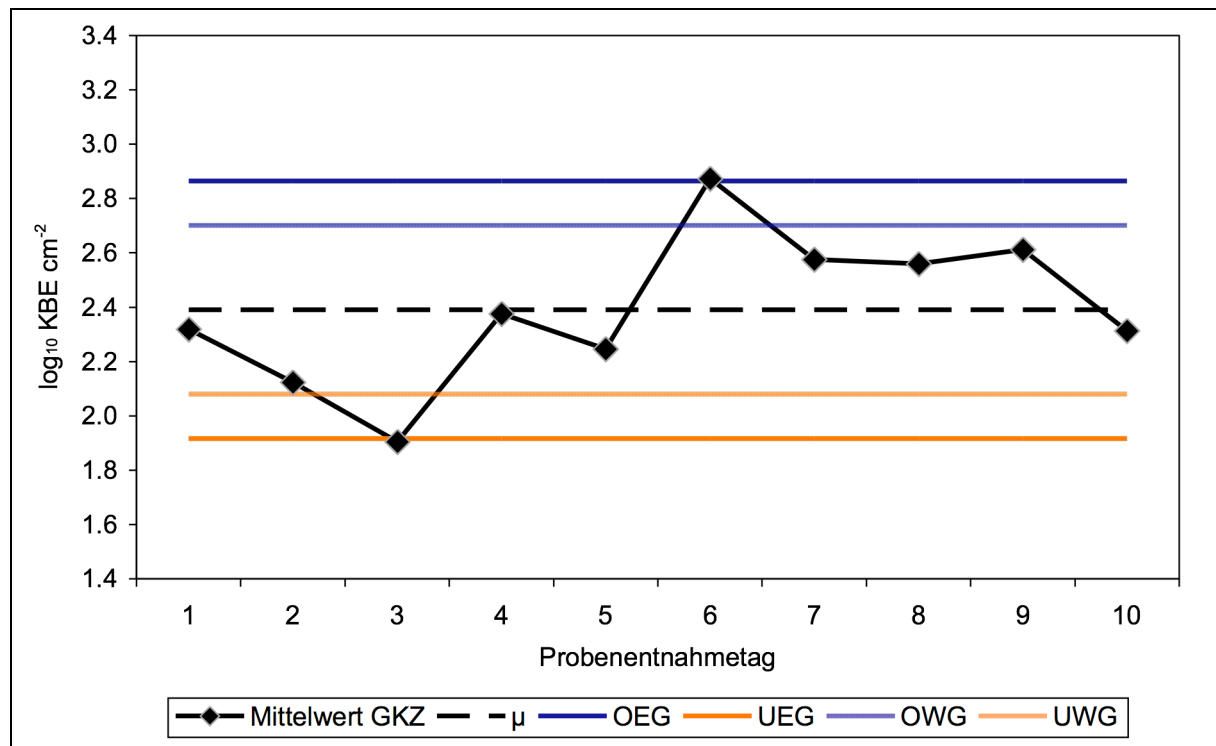


Abbildung 20: **Mittelwert-Qualitätsregelkarte** der GKZ-Ergebnisse (Tagesdurchschnittswerte) von **Schweineschlachtierkörpern** des **Betriebes O** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=50) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

μ: Prozessmittelwert; OEG: obere Eingriffsgrenze; UEG: untere Eingriffsgrenze; OWG: obere Warngrenze; UWG: untere Warngrenze

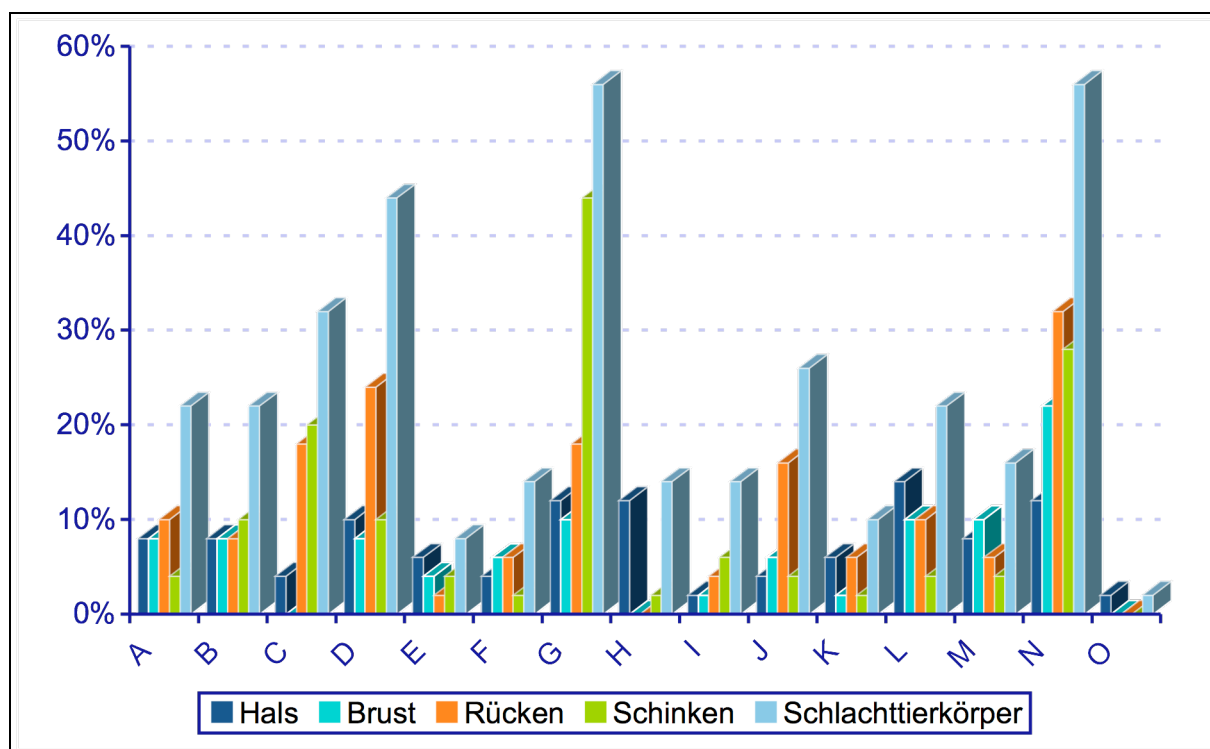


Abbildung 21: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Schweineschlachttierkörper** der Betriebe A bis O (n=50 pro Entnahmestelle und Betrieb; Dez. 05 - Mai 06)

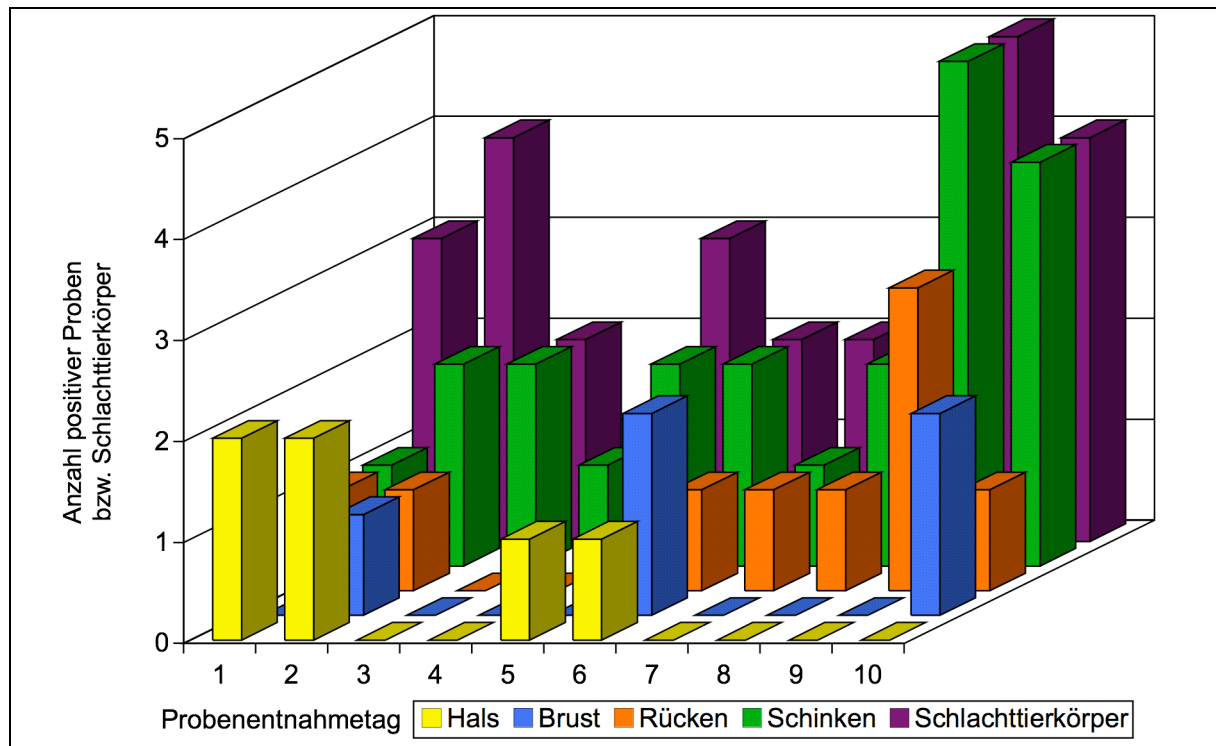


Abbildung 22: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie Schweineschlachttierkörper des Betriebes G (n=50 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

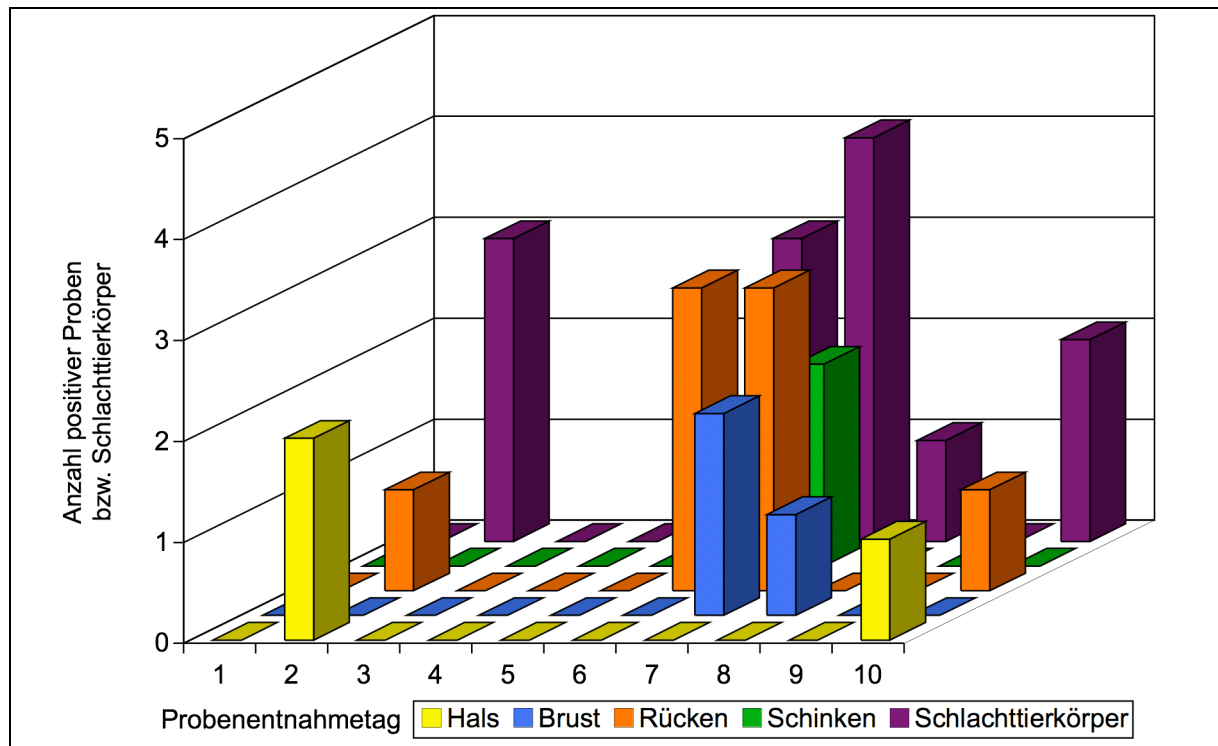


Abbildung 23: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Schweineschlachttierkörper** des **Betriebes J** (n=50 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

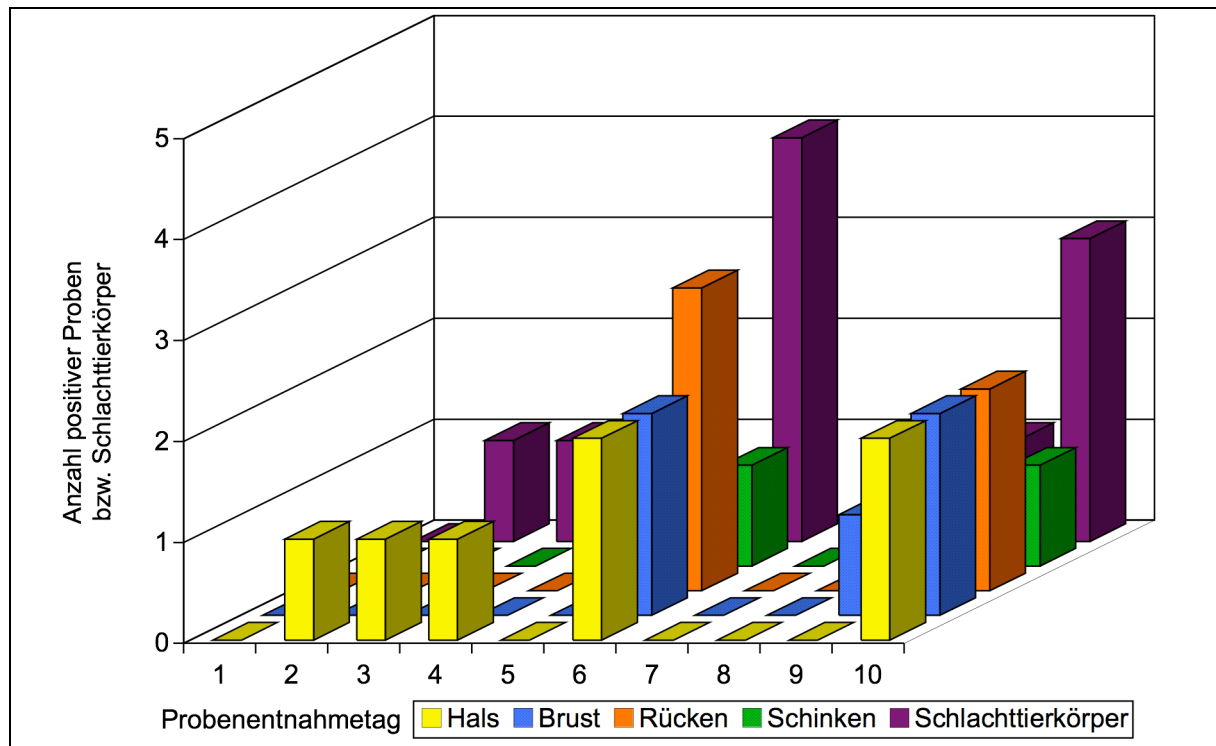


Abbildung 24: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie Schweineschlachttierkörper des Betriebes L (n=50 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

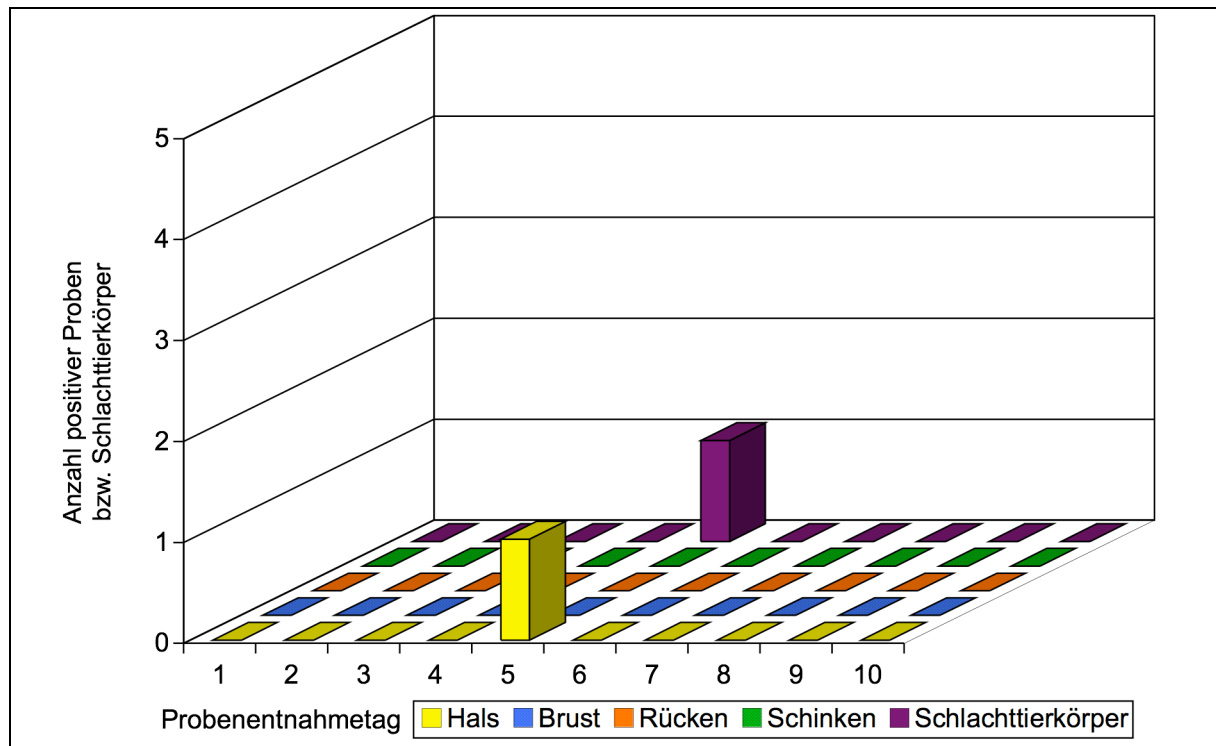


Abbildung 25: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Schweineschlachttierkörper** des **Betriebes O** (n=50 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Dez. 05 - Mai 06)

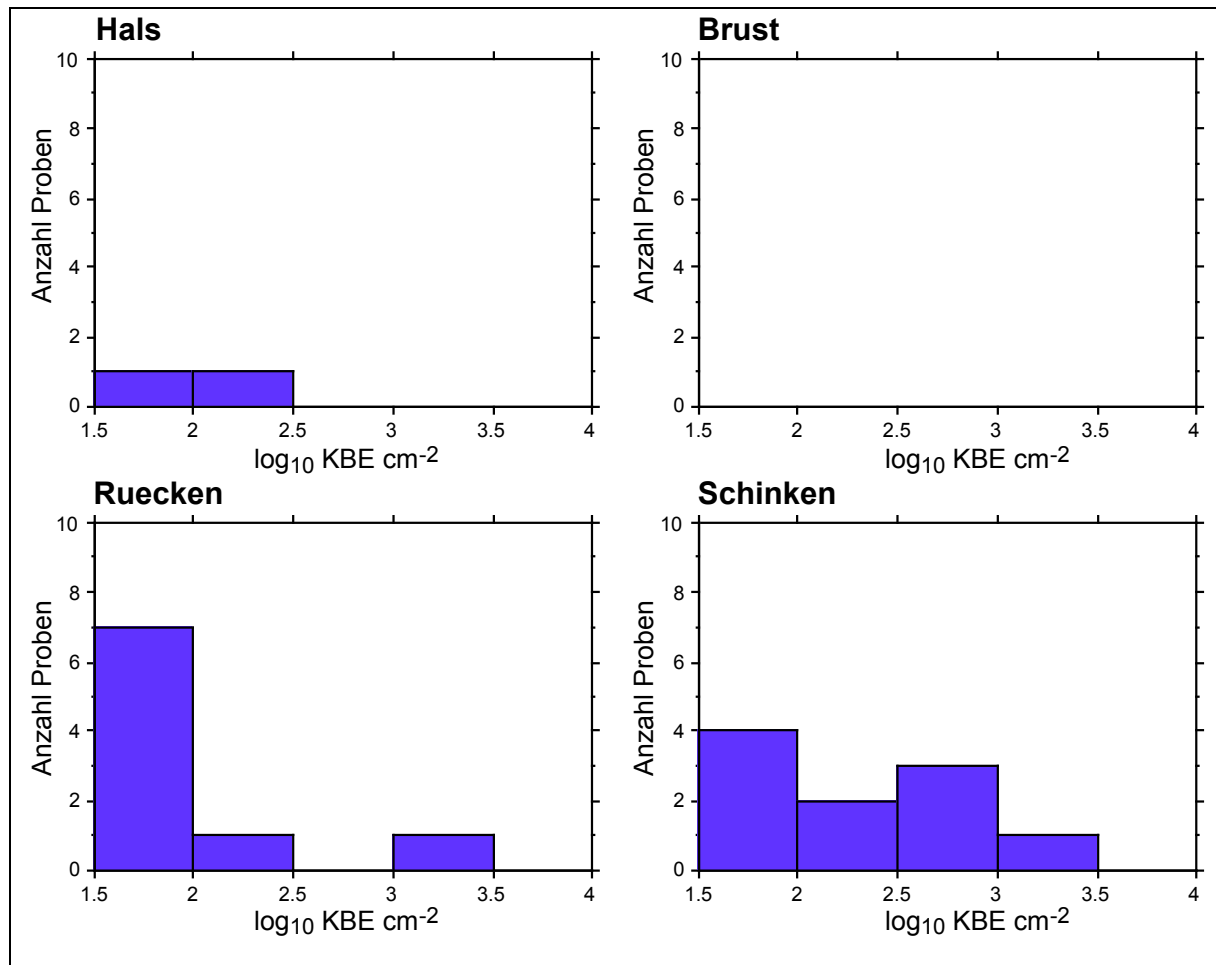


Abbildung 26: **Häufigkeitsverteilungen** (Histogramme) der Keimzahlen *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes C** (n=21) aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen (Dez. 05 - Mai 06)

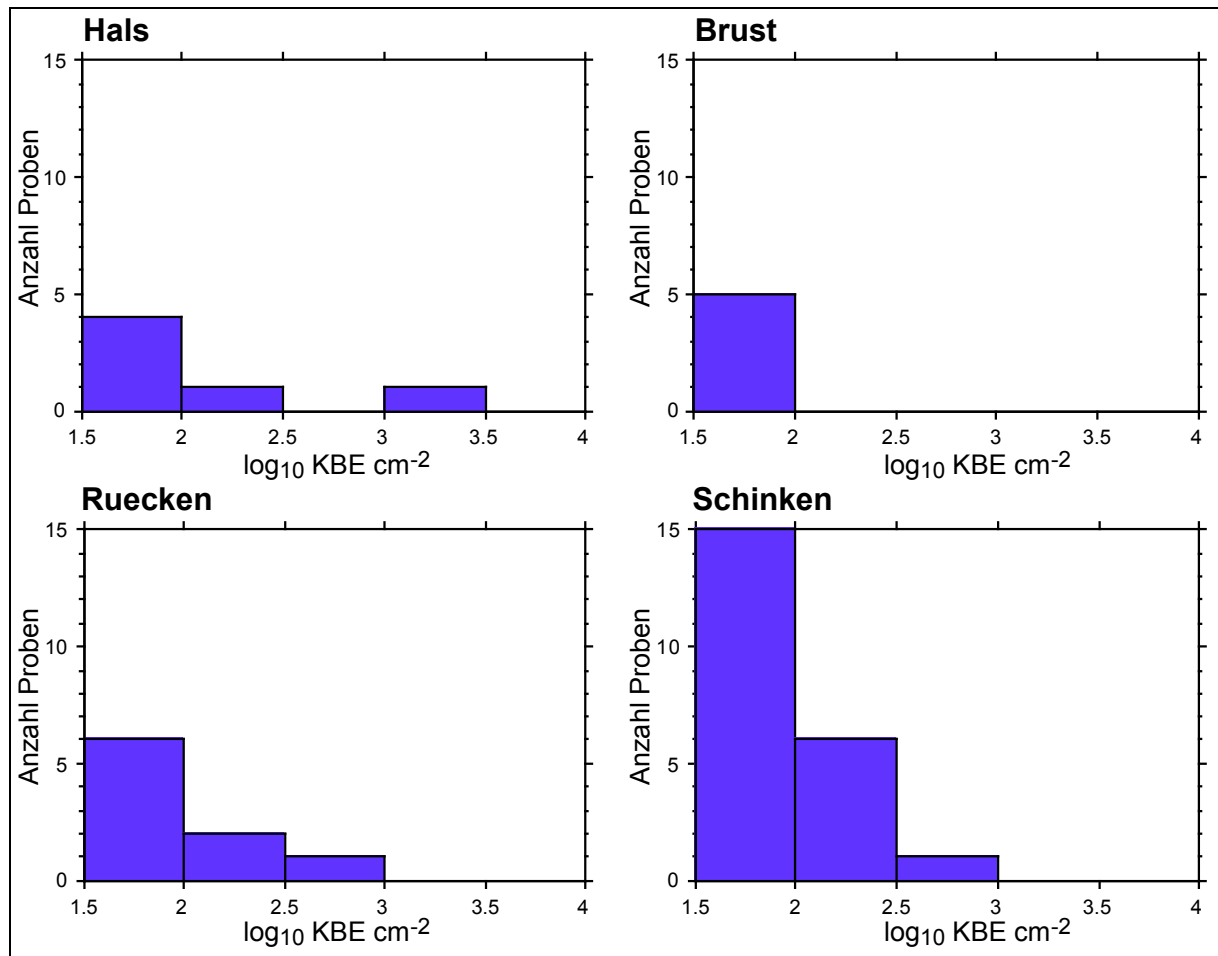


Abbildung 27: **Häufigkeitsverteilungen** (Histogramme) der Keimzahlen *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes G** (n=42) aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen (Dez. 05 - Mai 06)

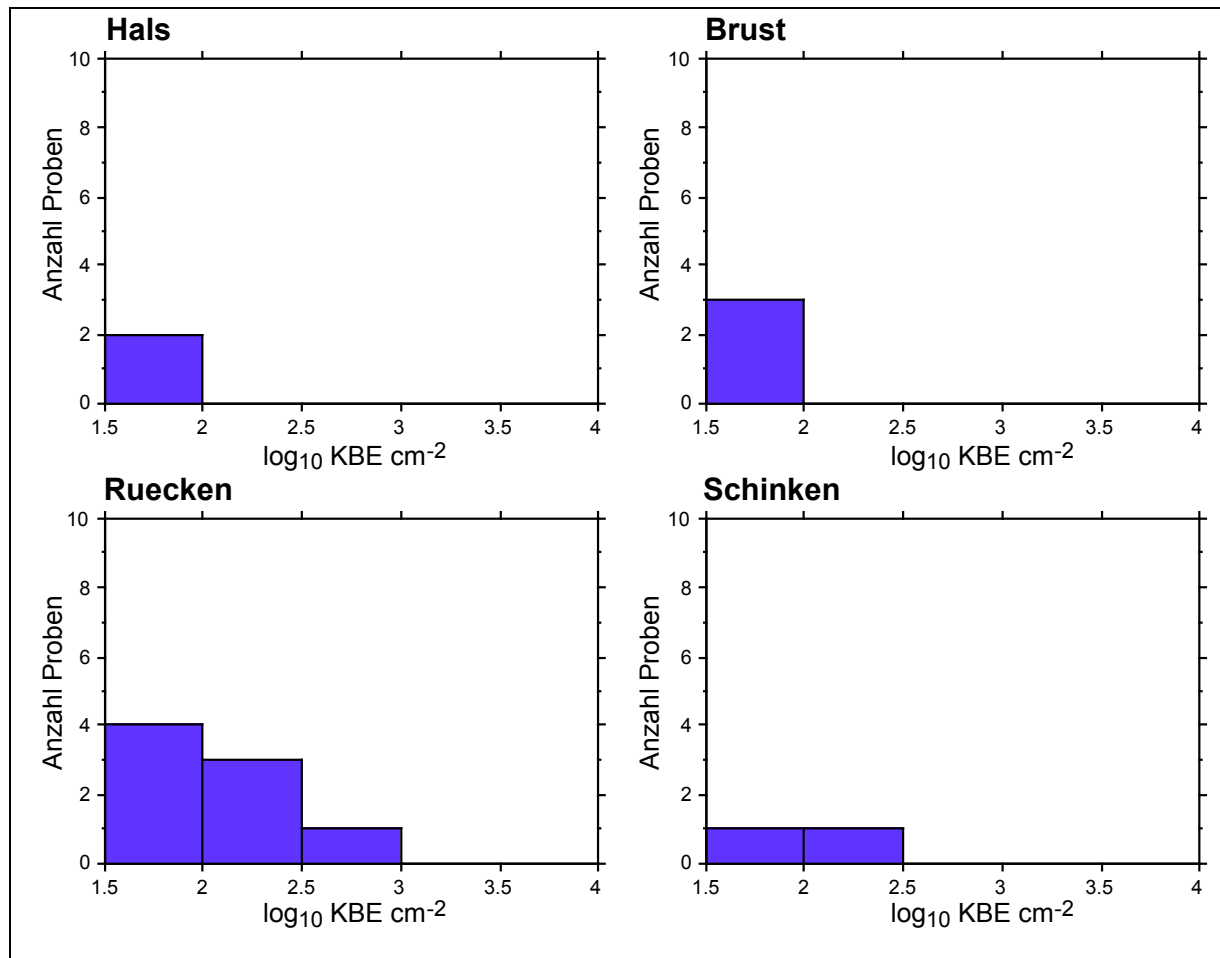


Abbildung 28: **Häufigkeitsverteilungen** (Histogramme) der Keimzahlen *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes J** (n=15) aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen (Dez. 05 - Mai 06)

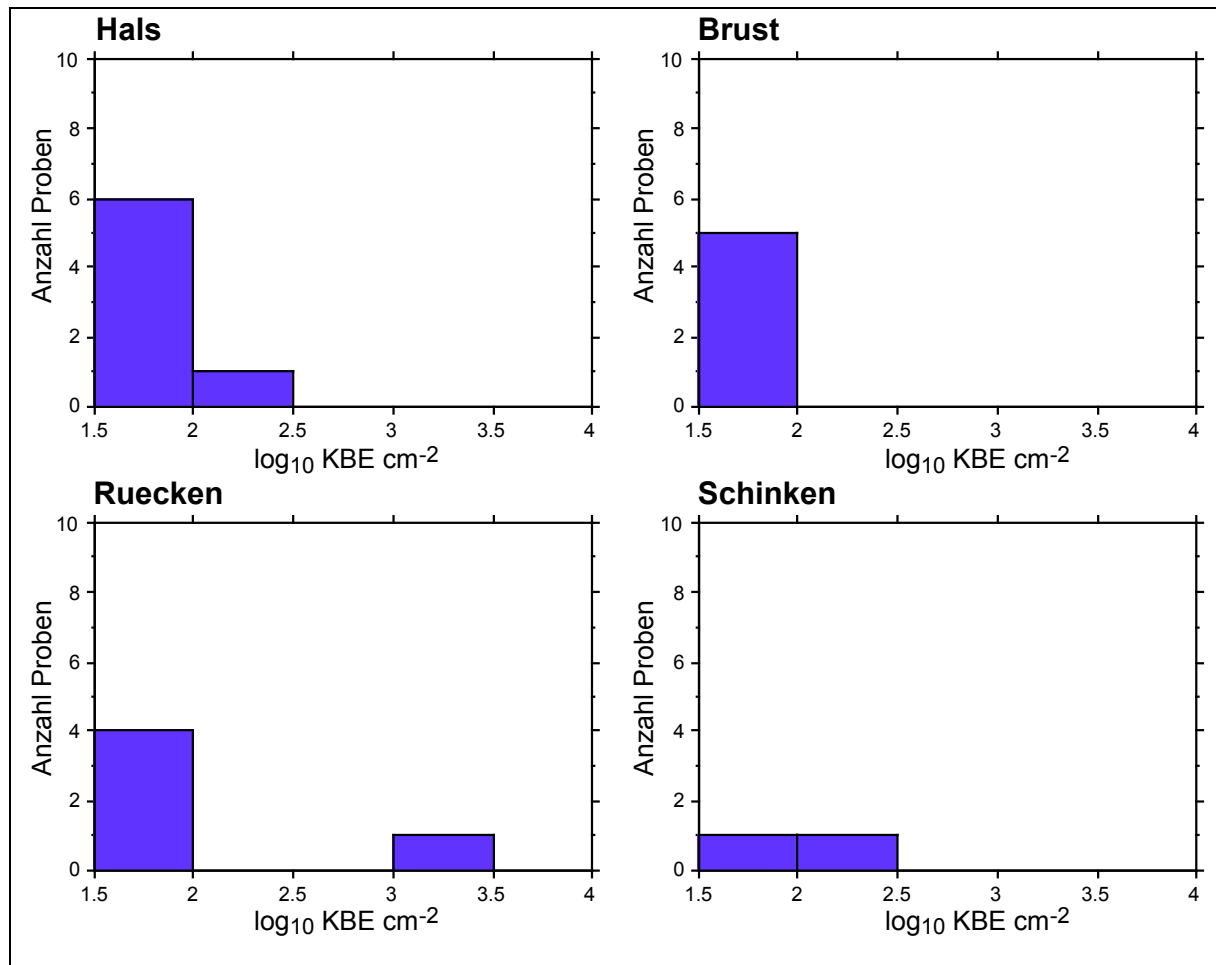


Abbildung 29: **Häufigkeitsverteilungen** (Histogramme) der Keimzahlen *Enterobacteriaceae*-positiver Proben von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes L** (n=19) aufgeschlüsselt nach Entnahmestellen (Dez. 05 - Mai 06)

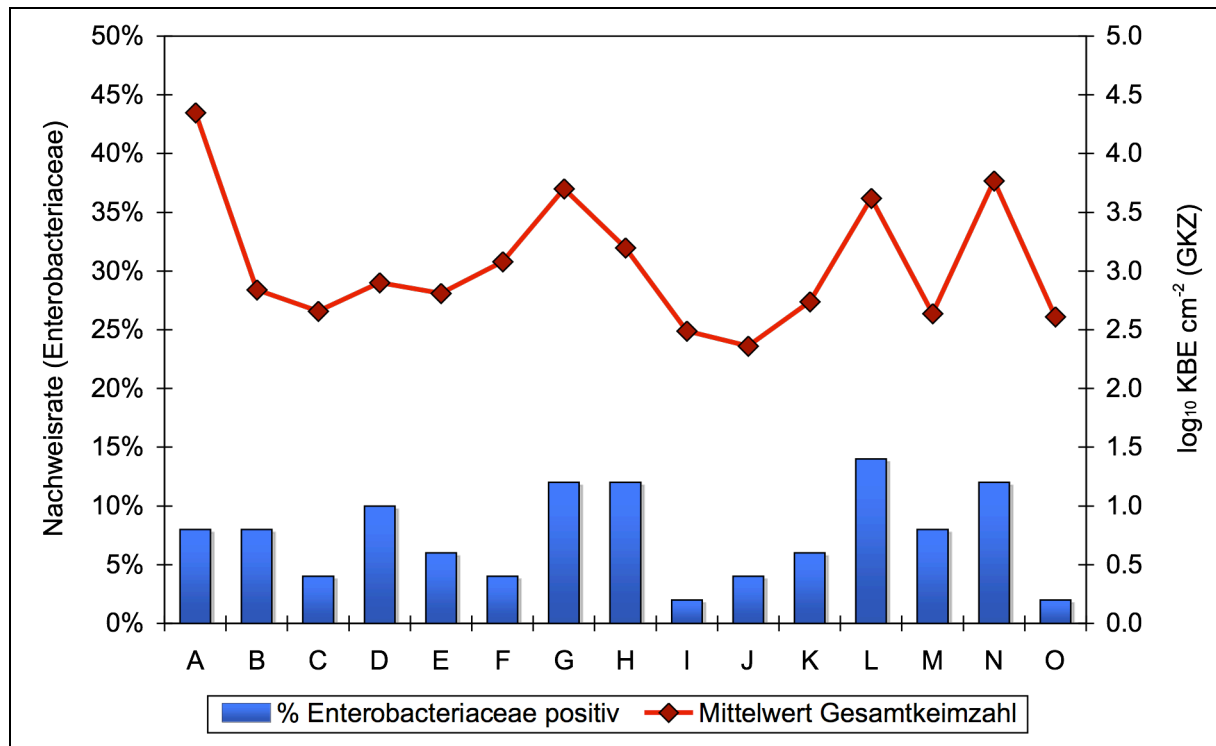


Abbildung 30: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlacht tierkörpern** der Betriebe A bis O aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Hals** (n=750; Dez. 05 - Mai 06)

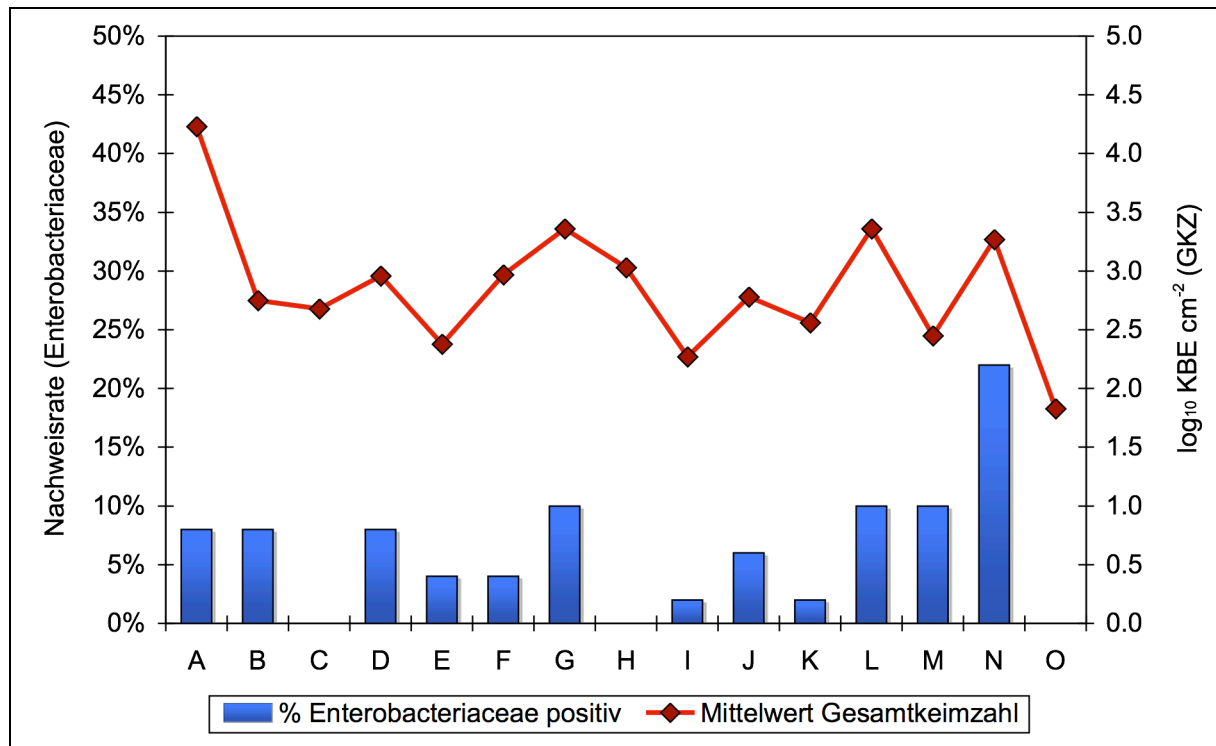


Abbildung 31: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlacht tierkörpern** der Betriebe A bis O aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Brust** (n=750; Dez. 05 - Mai 06)

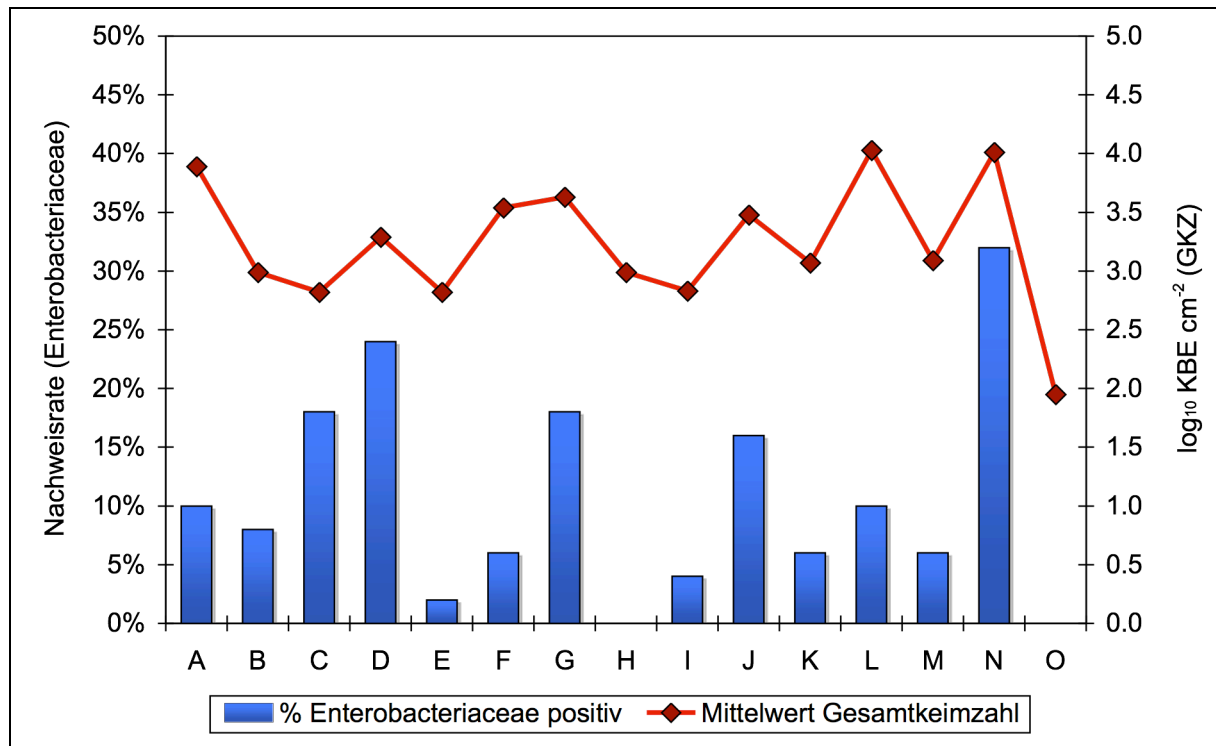


Abbildung 32: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlachttierkörpern** der Betriebe A bis O aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Rücken** (n=750; Dez. 05 - Mai 06)

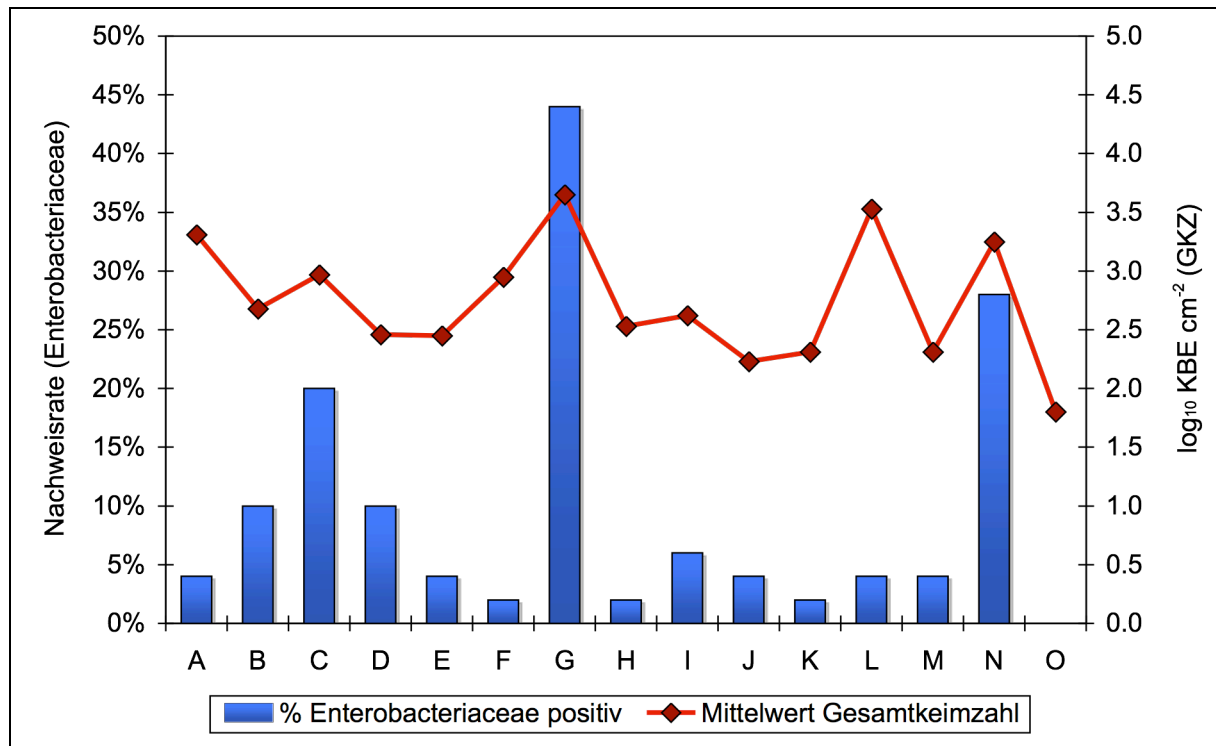


Abbildung 33: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlacht tierkörpern** der Betriebe A bis O aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Schinken** (n=750; Dez. 05 - Mai 06)

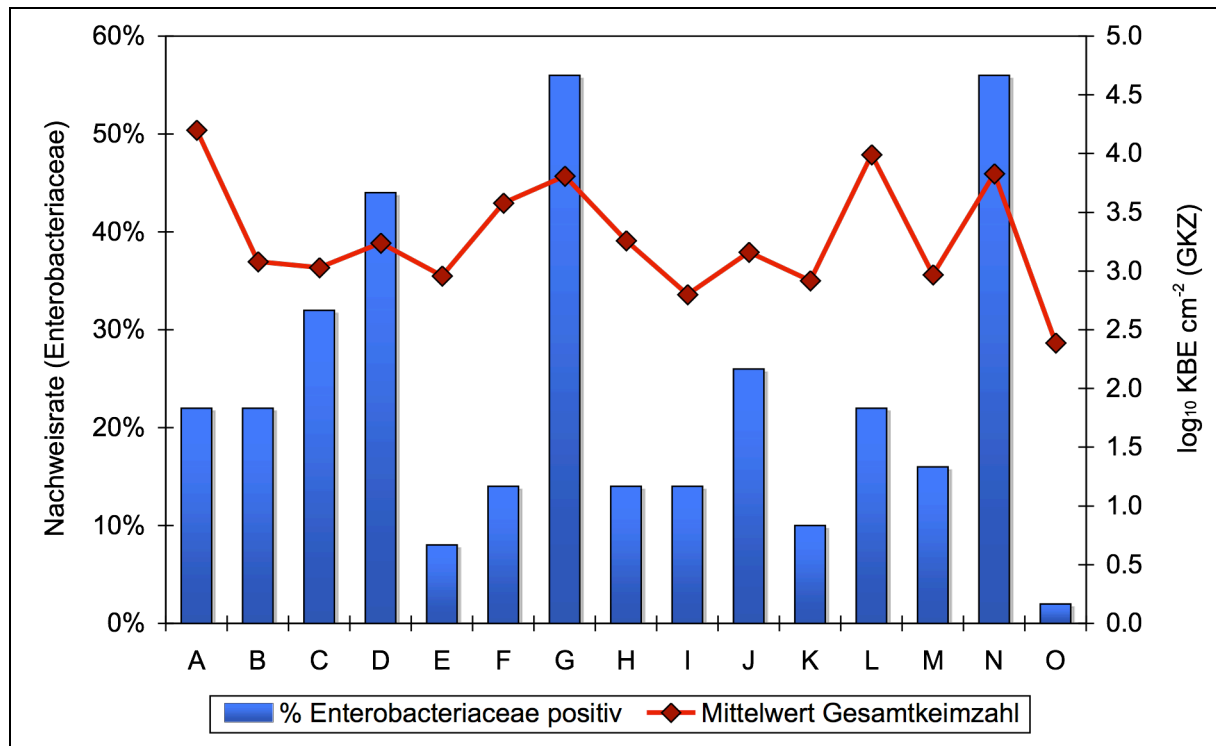


Abbildung 34: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlacht tierkörpern** („berechnete vertikale Poolprobe“) der Betriebe A bis O (n=750; Dez. 05 - Mai 06)

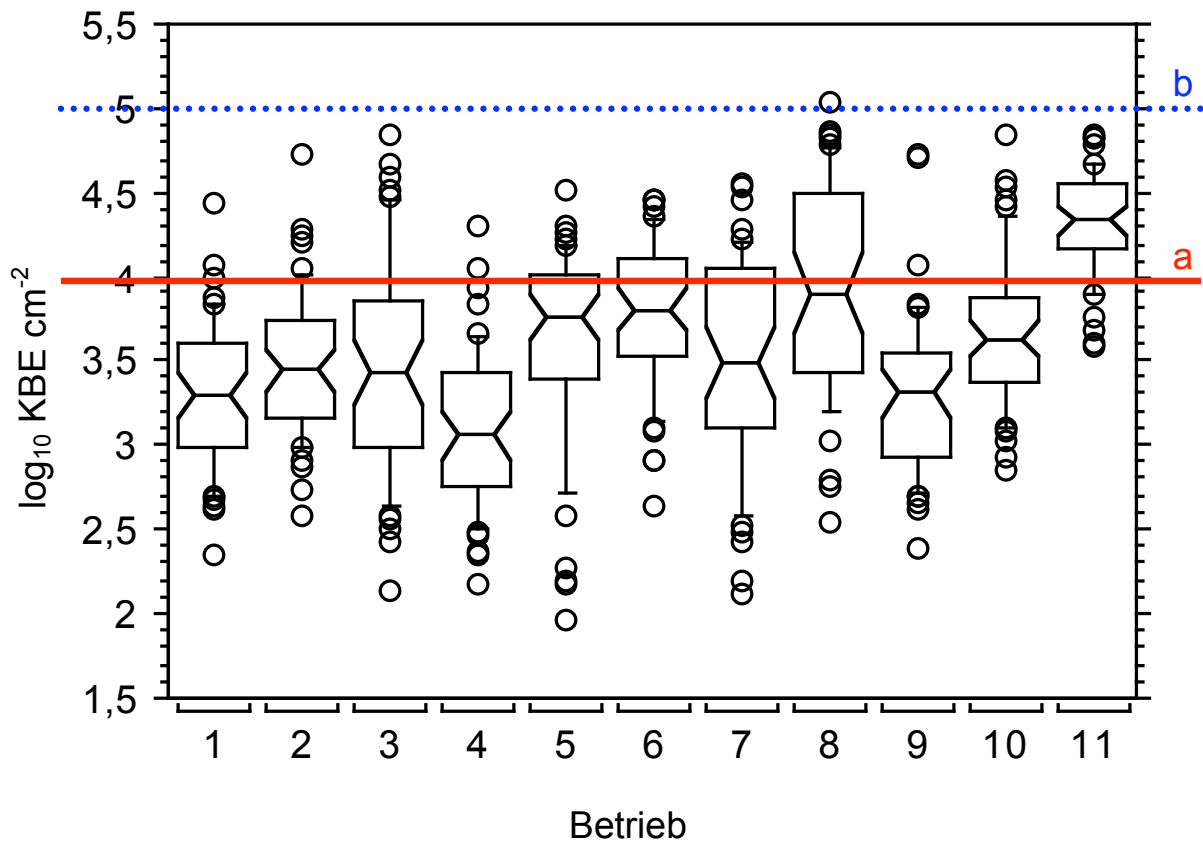


Abbildung 35: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachtierkörpern** („berechnete vertikale Poolprobe“) der Betriebe 1 bis 11 (n=550; Juni - Nov. 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

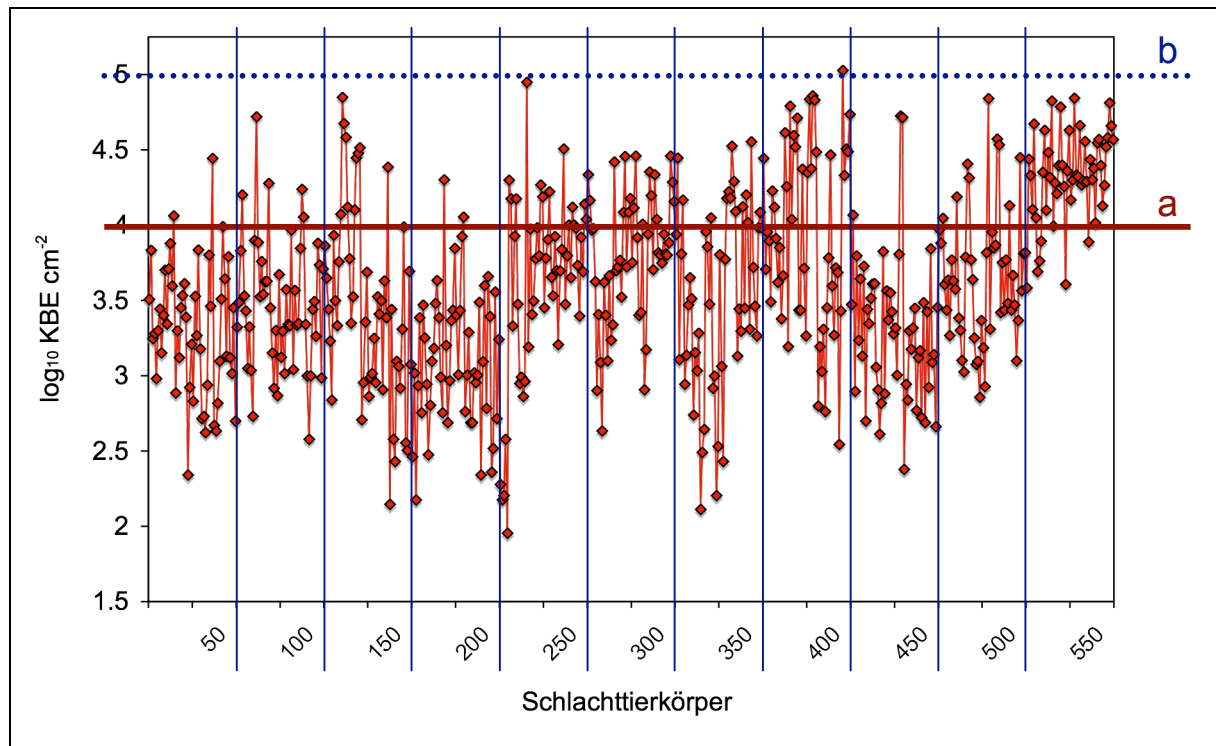


Abbildung 36: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** der Betriebe 1 bis 11 („berechnete vertikale Poolprobe“; $n=550$) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Juni - Nov. 06)

Betrieb 1, Werte 1-50; 2, 51-100; 3, 101-150; 4, 151-200; 5, 201-250; 6, 251-300; 7, 301-350; 8, 351-400; 9, 401-450; 10, 451-500; 11, 501-550

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

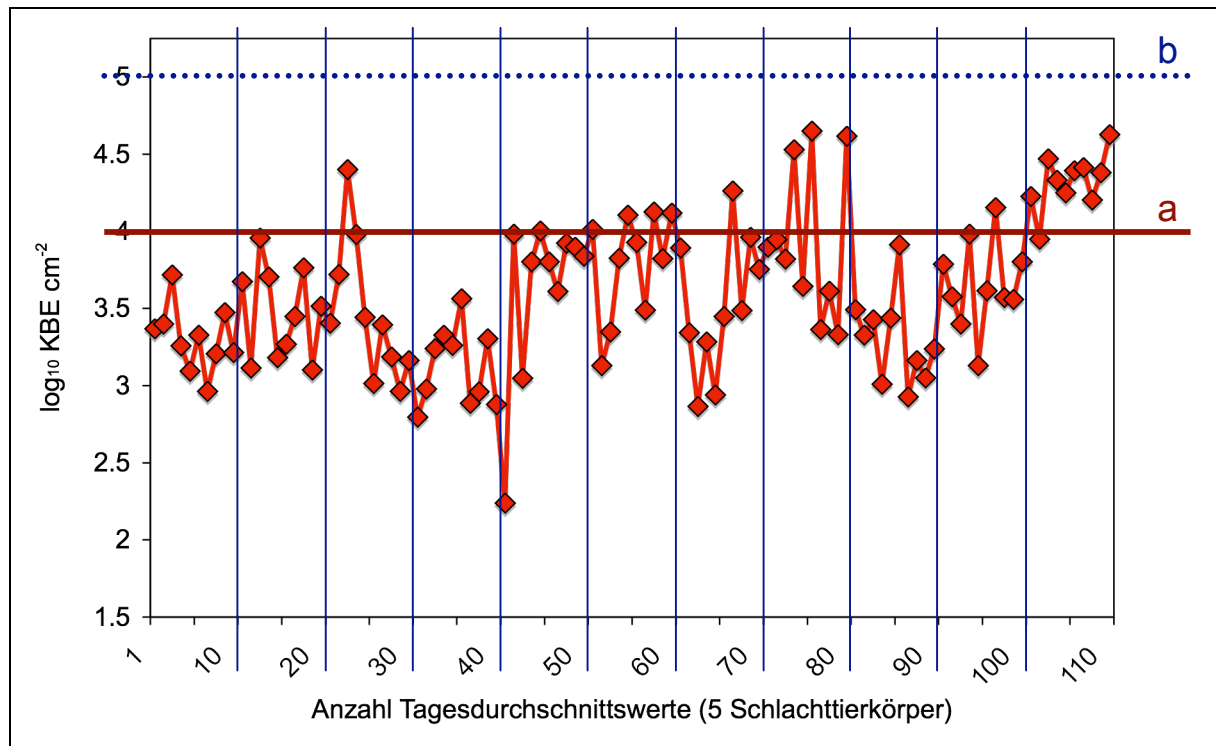


Abbildung 37: Tagesdurchschnittswerte der GKZ-Ergebnisse (n=110) von **Schweineschlachttierkörpern** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=550) über einen Zeitraum von sechs Monaten (Juni - Nov. 06)

Betrieb 1, Werte 1-10; 2, 11-20; 3, 21-30; 4, 31-40; 5, 41-50; 6, 51-60; 7, 61-70; 8, 71-80; 9, 81-90; 10, 91-100; 11, 101-110

a, b: Grenzl意思en gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

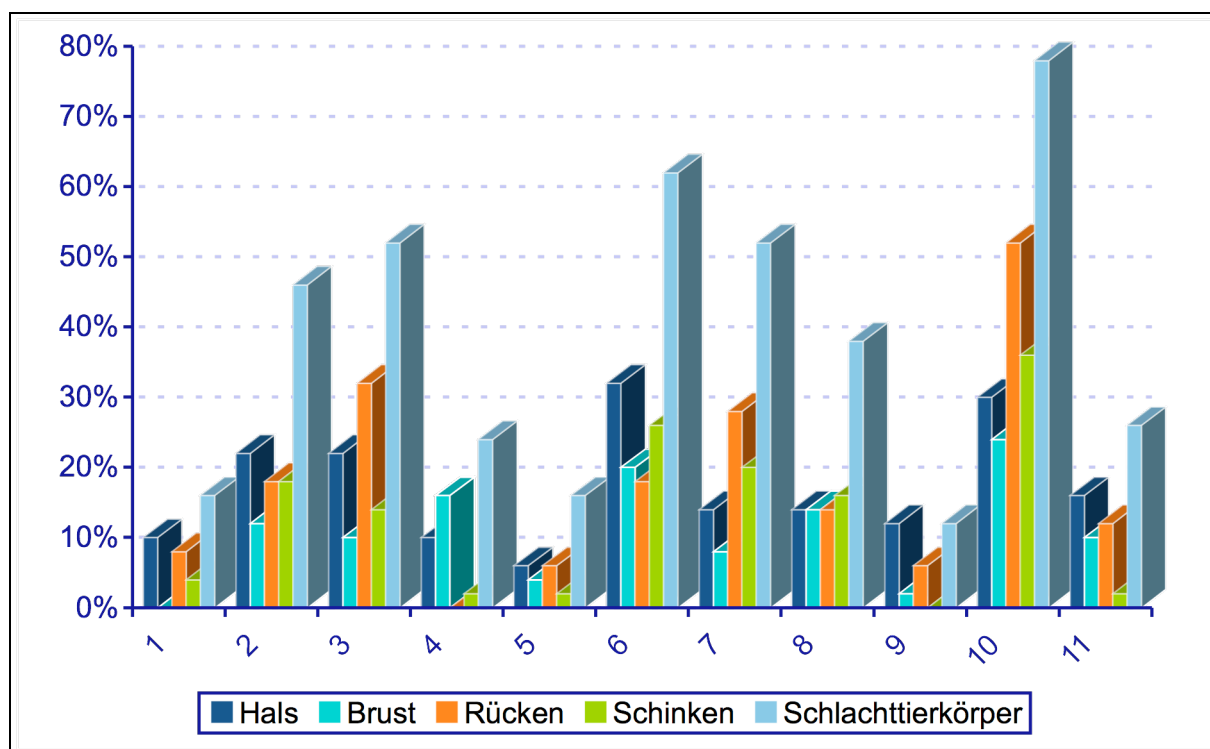


Abbildung 38: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Schweineschlachttierkörper** der Betriebe 1 bis 11 (n=50 pro Entnahmestelle und Betrieb; Juni - Nov. 06)

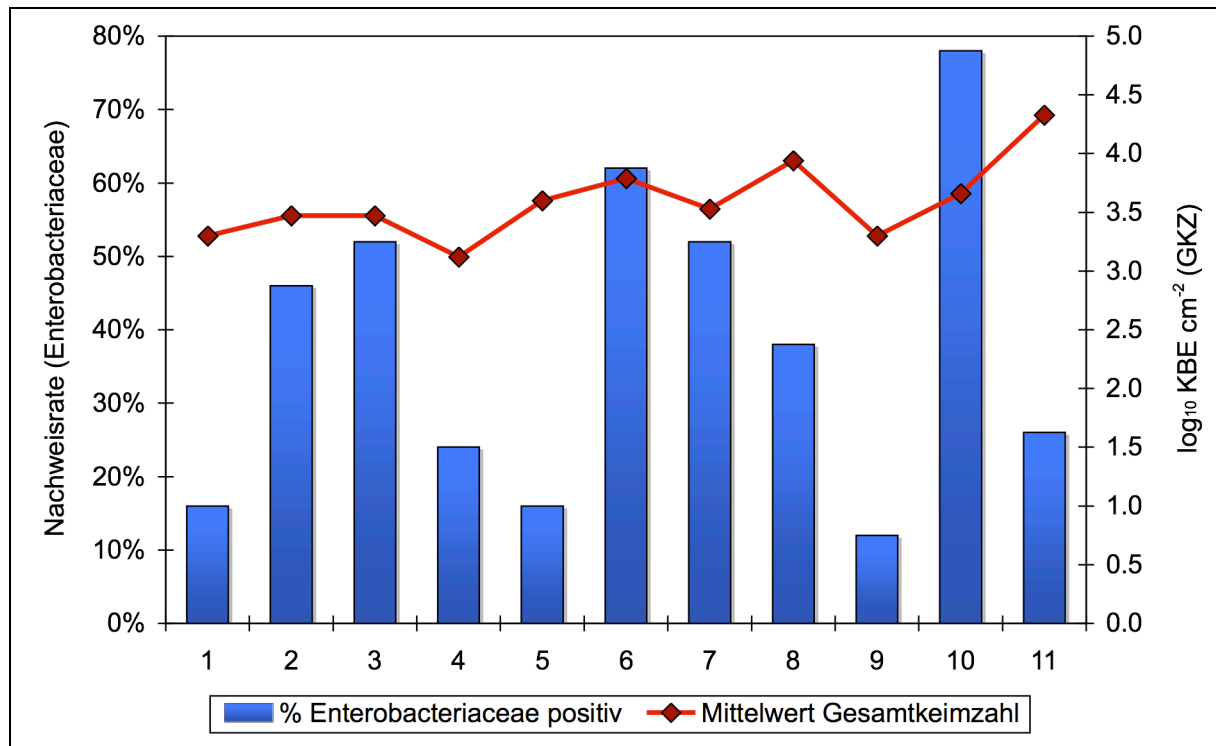


Abbildung 39: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlacht tierkörpern** („berechnete vertikale Poolprobe“) der Betriebe 1 bis 11 (n=550; Juni - Nov. 06)

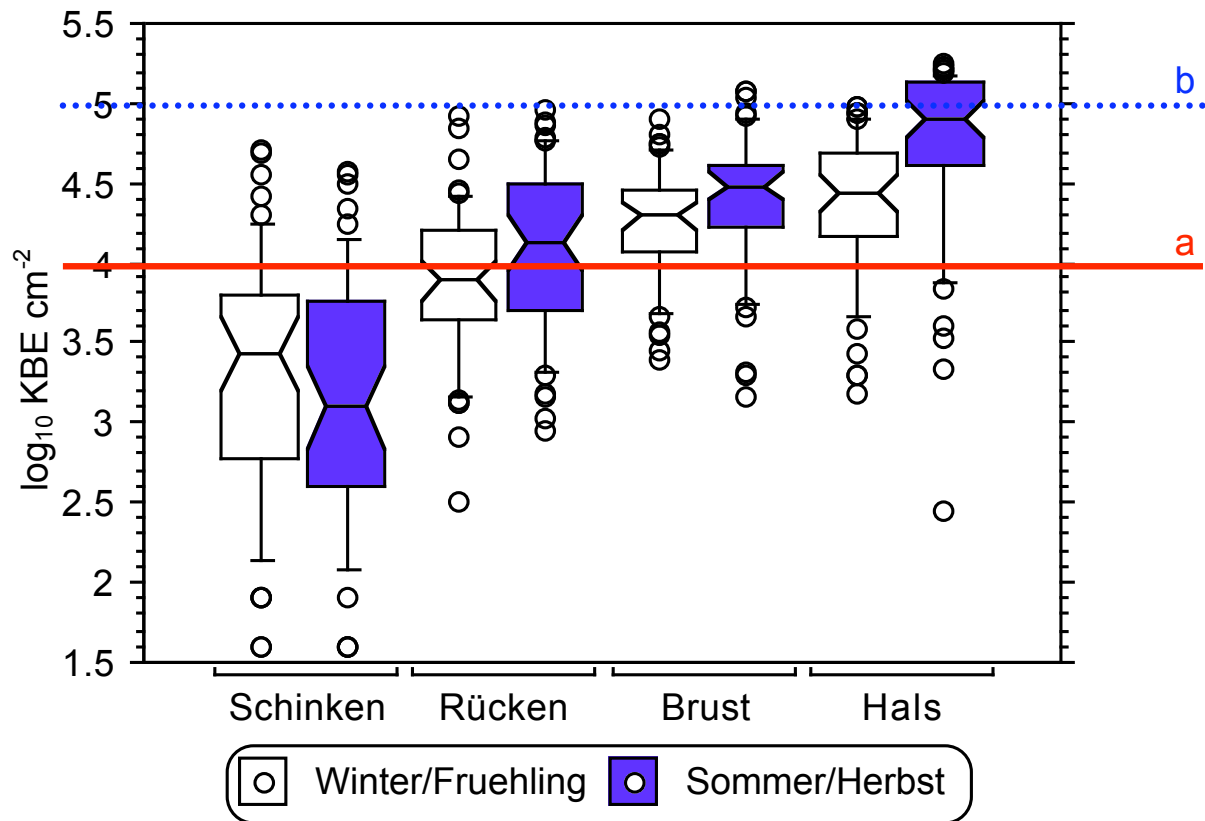


Abbildung 40: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes A**, (n=400; Dez. 05 - Nov. 06) aufgeschlüsselt nach **Saison** (Dez. 05 - Mai 06; Juni - Nov. 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

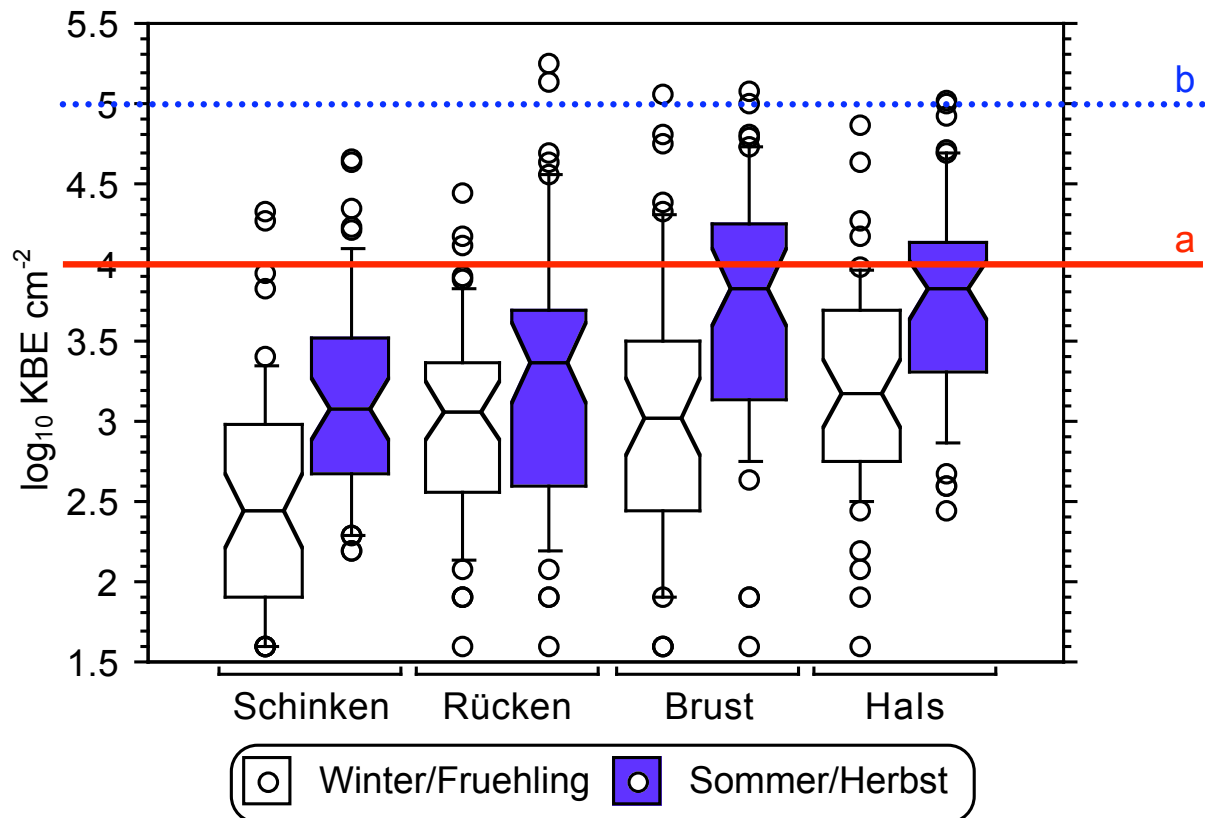


Abbildung 41: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes H**, (n=400; Dez. 05 - Nov. 06) aufgeschlüsselt nach **Saison** (Dez. 05 - Mai 06; Juni - Nov. 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

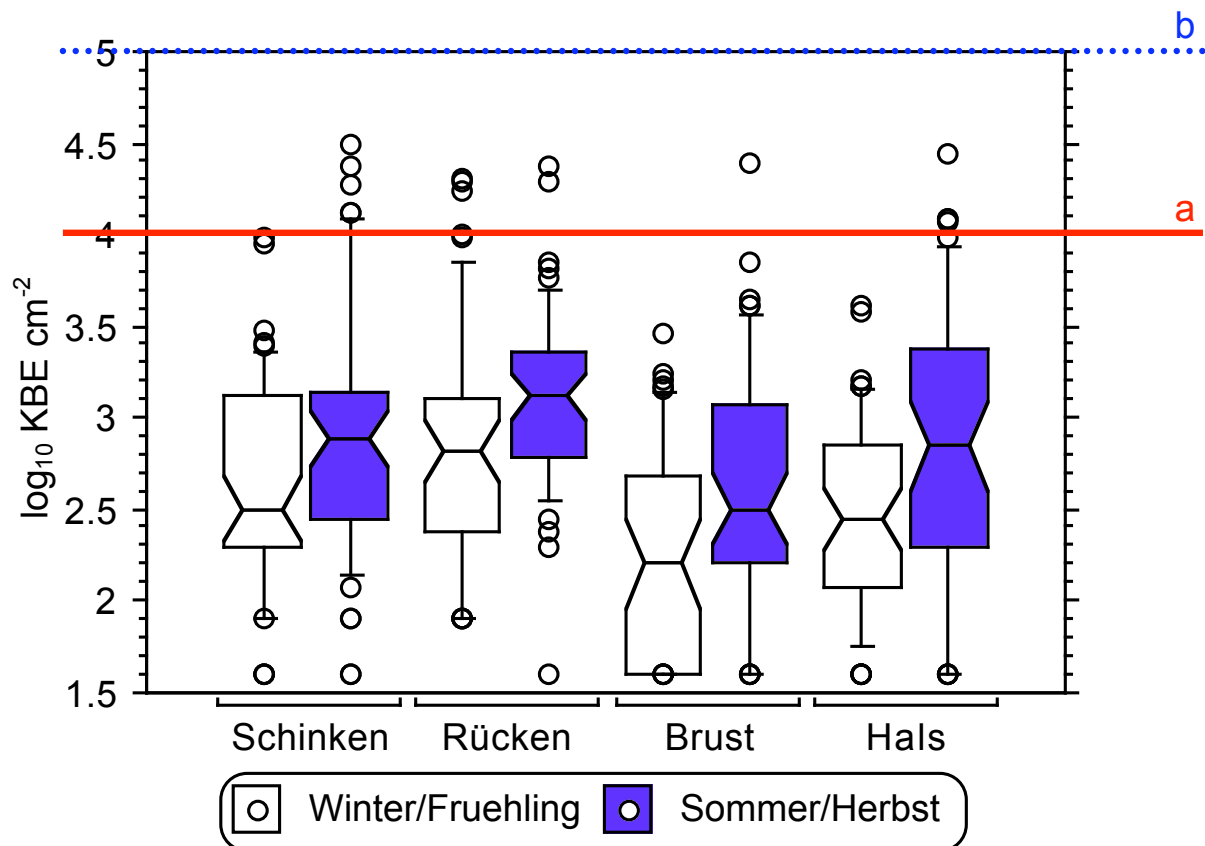


Abbildung 42: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes I**, (n=400; Dez. 05 - Nov. 06) aufgeschlüsselt nach **Saison** (Dez. 05 - Mai 06; Juni - Nov. 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

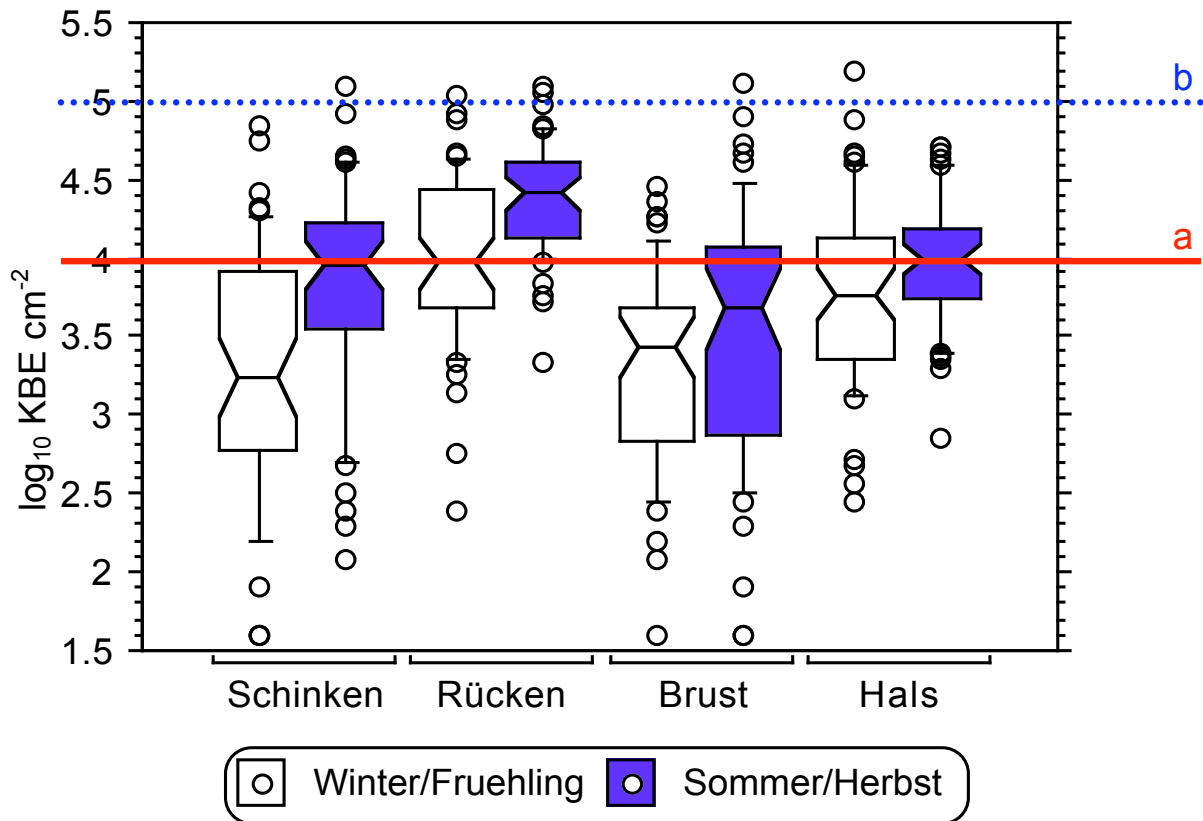


Abbildung 43: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** des **Betriebes N** (n=400; Dez. 05 - Nov. 06) aufgeschlüsselt nach **Saison** (Dez. 05 - Mai 06; Juni - Nov. 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}

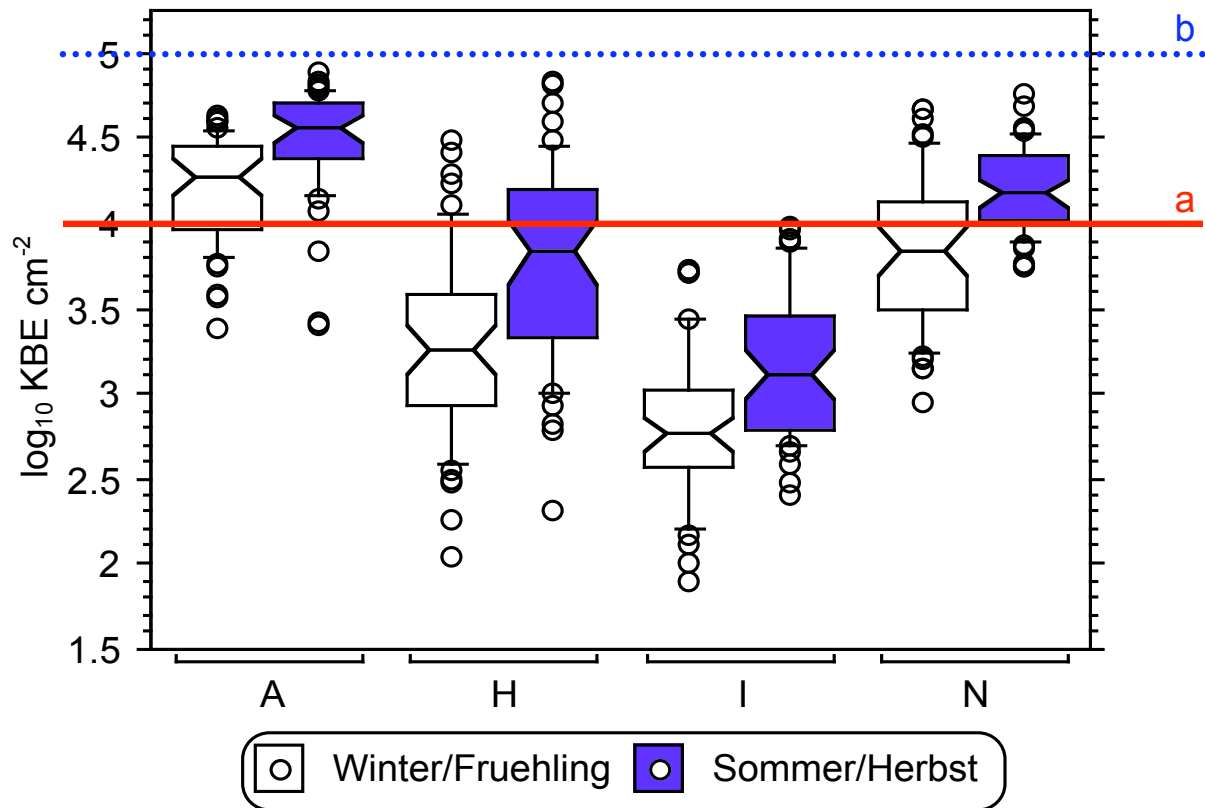


Abbildung 44: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** („berechnete vertikale Poolprobe“) der **Betriebe A, H, I und N** (n=400; Dez. 05 - Nov. 06) aufgeschlüsselt nach **Saison** (Dez. 05 - Mai 06; Juni - Nov. 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

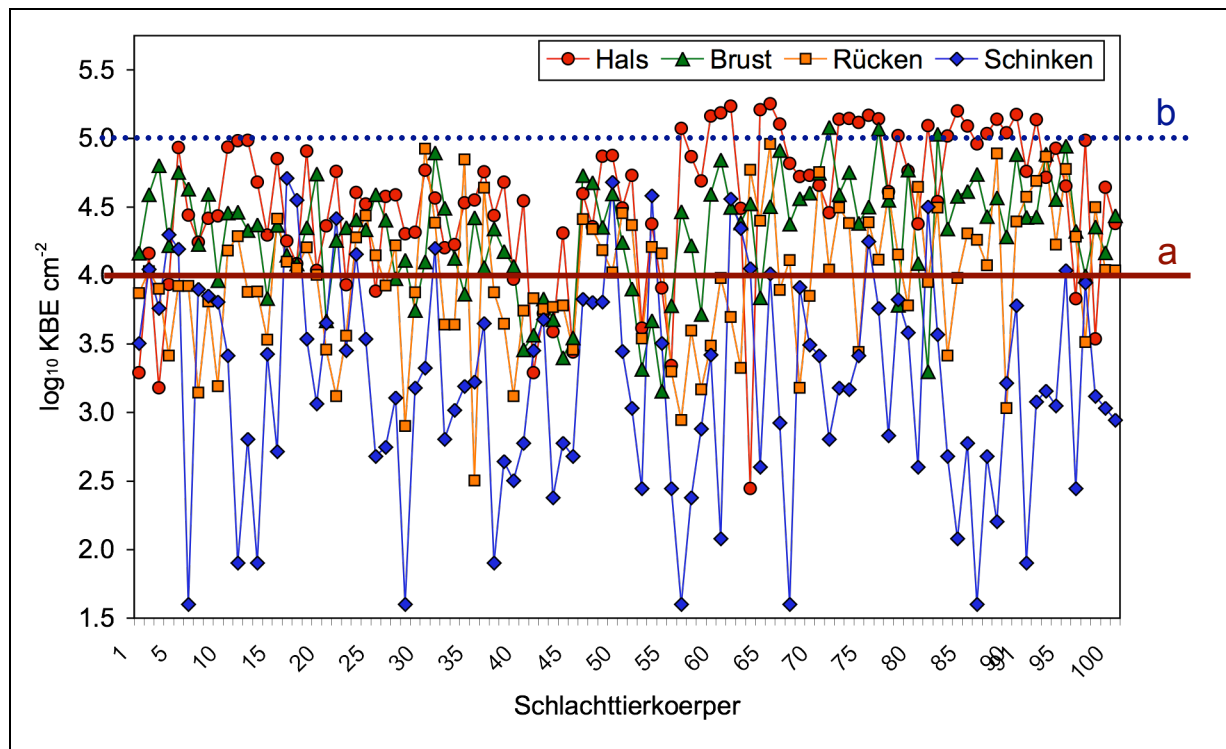


Abbildung 45: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=400; Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Schlachttierkörper 1-50: Dez. 05 - Mai 06

Schlachttierkörper 51-100: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

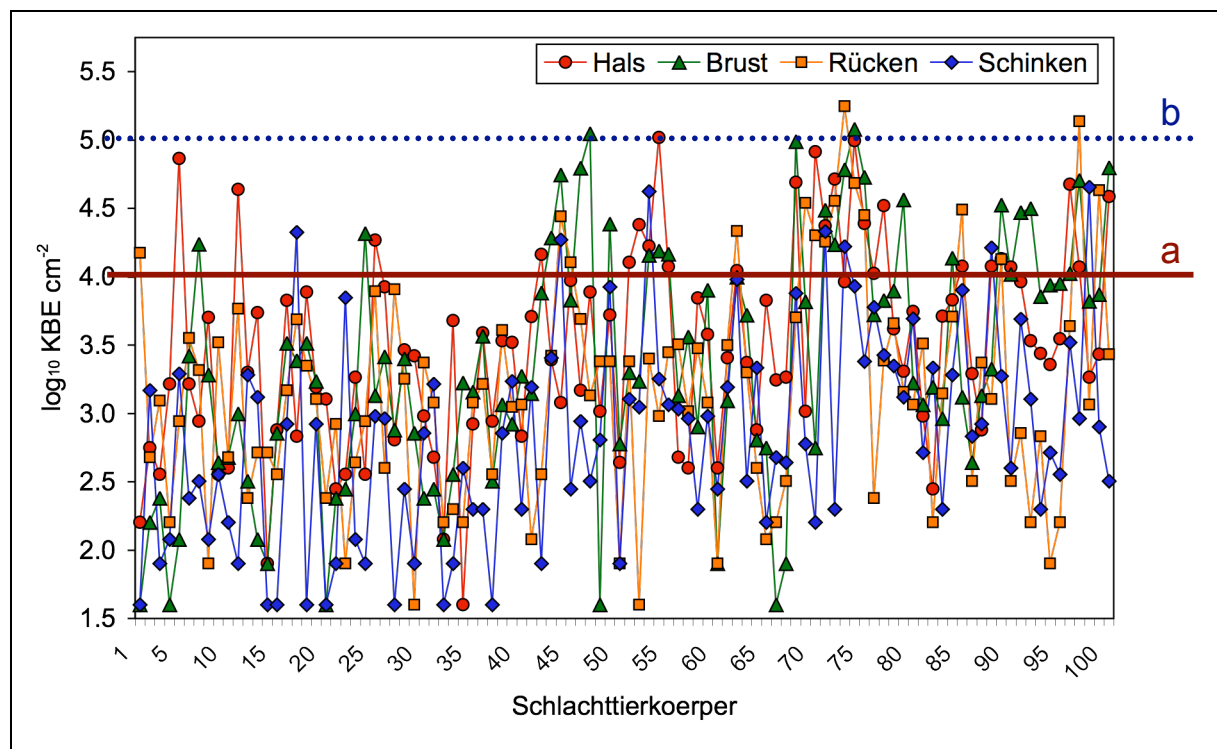


Abbildung 46: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes H** (n=400; Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Schlachttierkörper 1-50: Dez. 05 - Mai 06

Schlachttierkörper 51-100: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

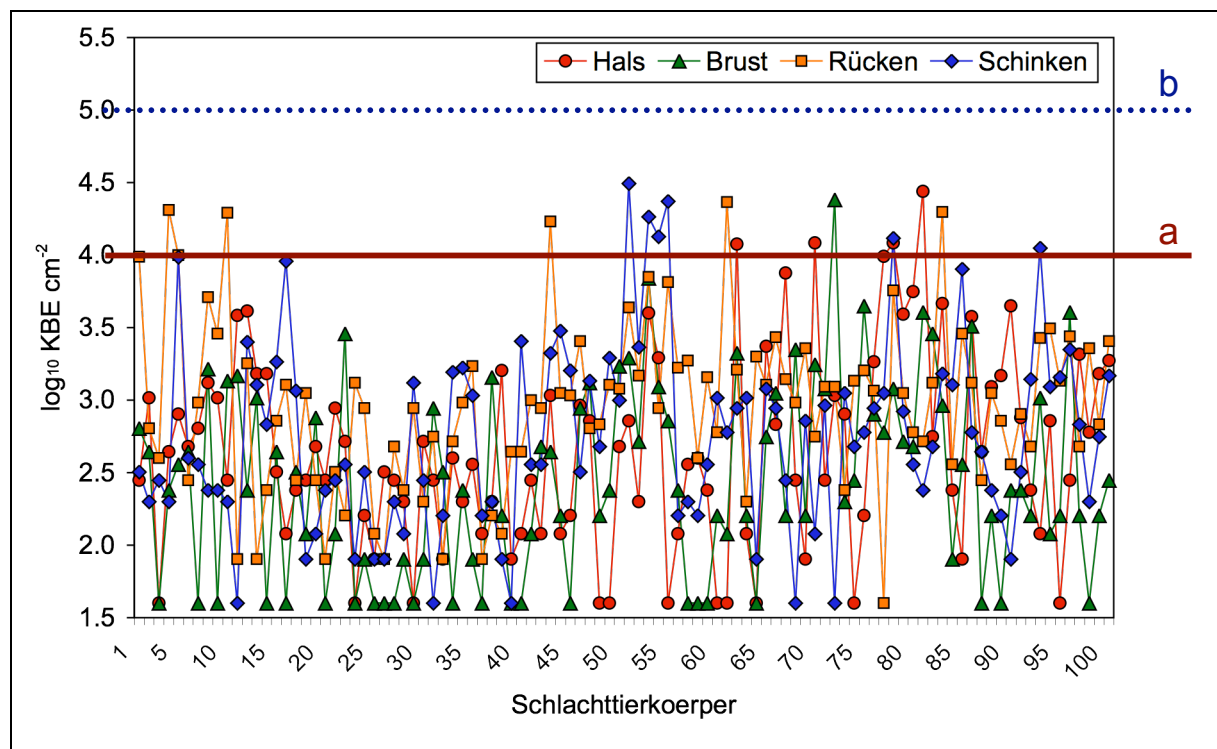


Abbildung 47: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes I** (n=400; Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Schlachttierkörper 1-50: Dez. 05 - Mai 06

Schlachttierkörper 51-100: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

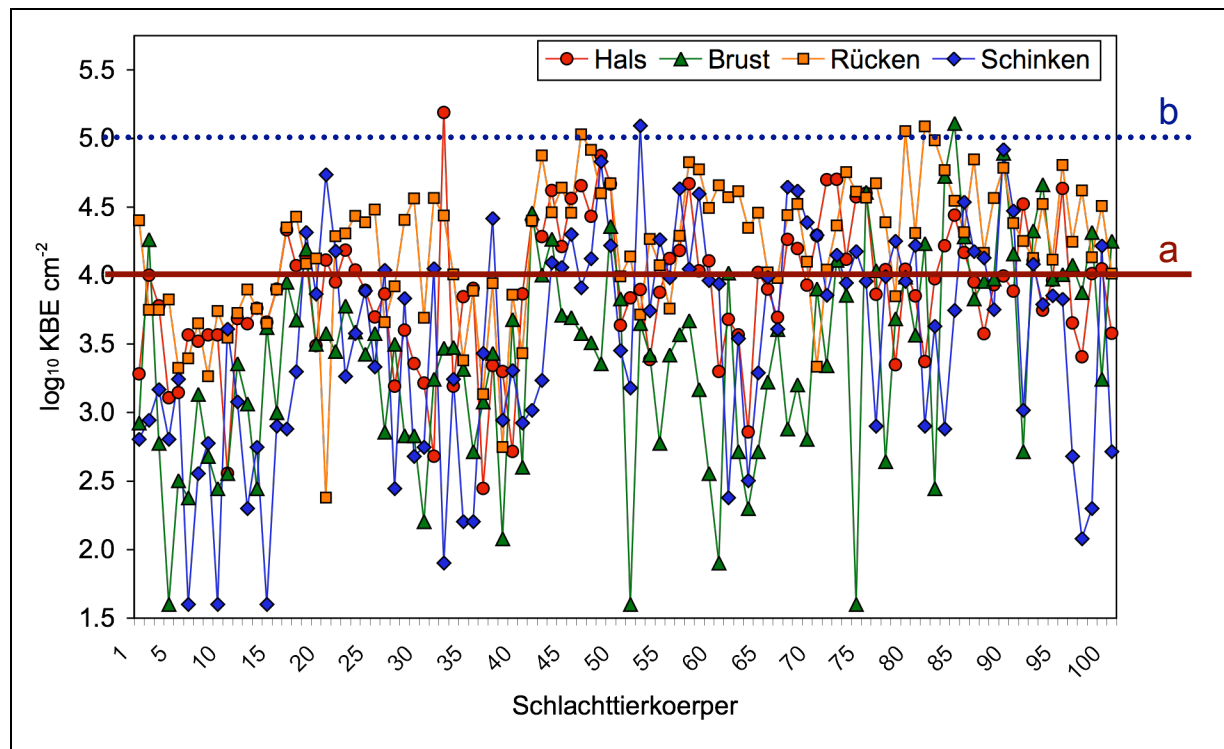


Abbildung 48: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes N** (n=400; Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Schlachttierkörper 1-50: Dez. 05 - Mai 06

Schlachttierkörper 51-100: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

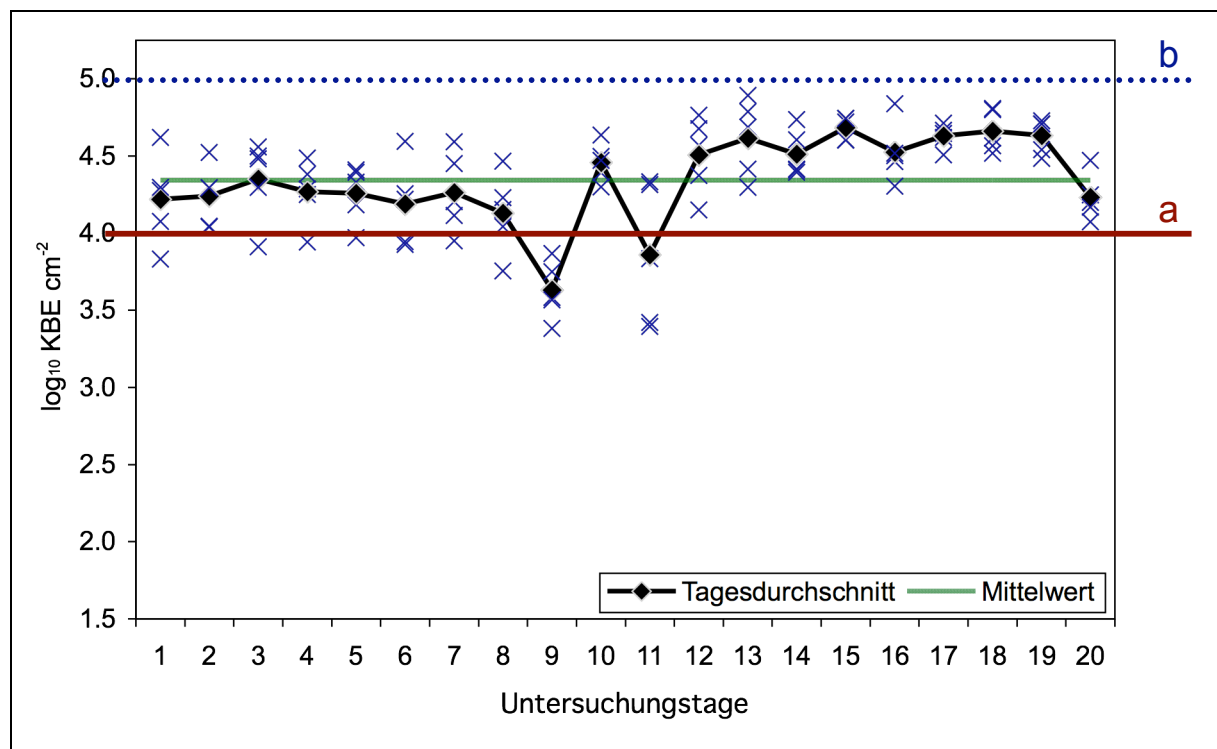


Abbildung 49: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes A** („berechnete vertikale Poolprobe“; $n=100$) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Untersuchungstage 1-10: Dez. 05 - Mai 06

Untersuchungstage 11-20: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}

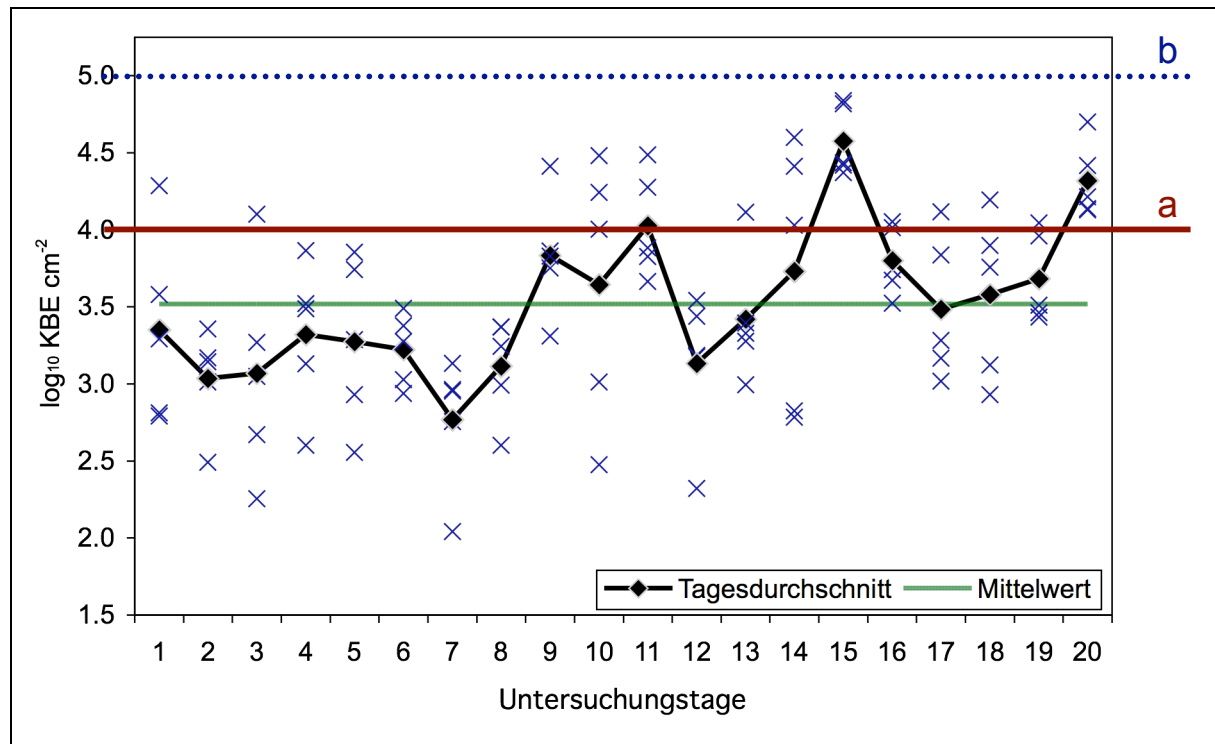


Abbildung 50: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes H** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=100) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Untersuchungstage 1-10: Dez. 05 - Mai 06

Untersuchungstage 11-20: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

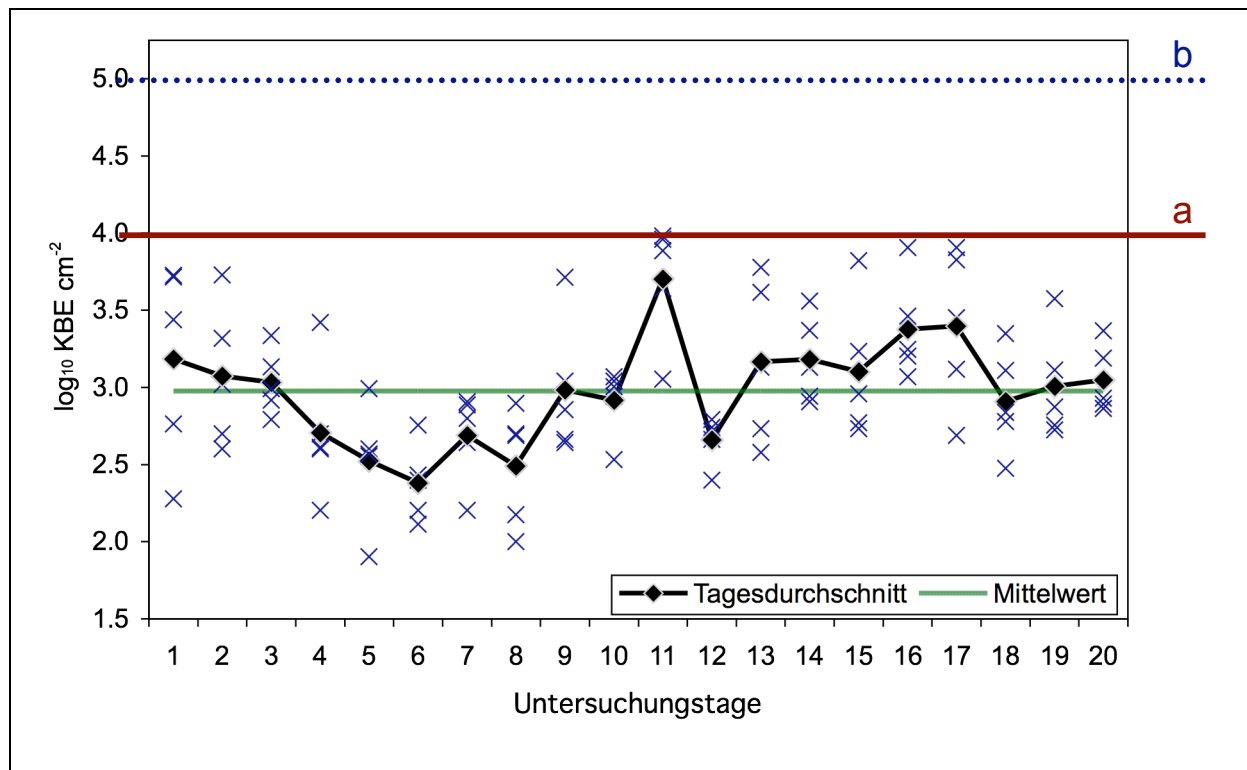


Abbildung 51: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachtierkörpern** des **Betriebes I** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=100) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Untersuchungstage 1-10: Dez. 05 - Mai 06

Untersuchungstage 11-20: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

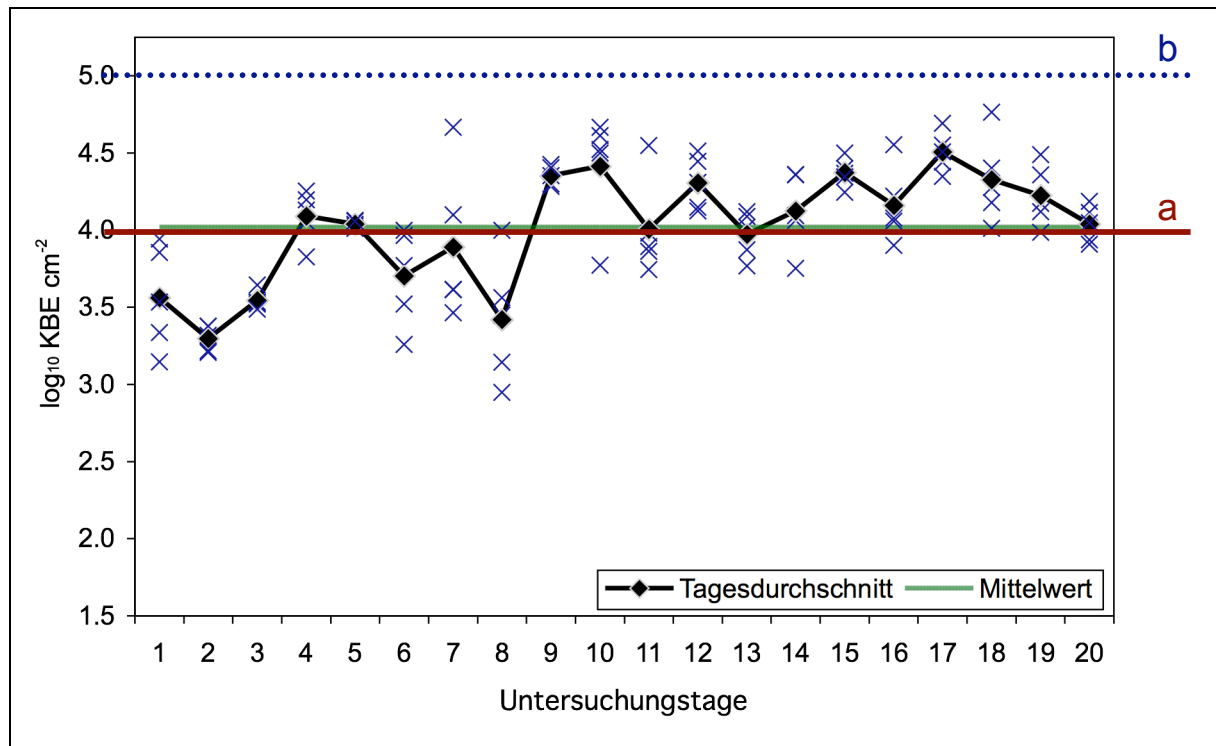


Abbildung 52: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes N** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=100) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Untersuchungstage 1-10: Dez. 05 - Mai 06

Untersuchungstage 11-20: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

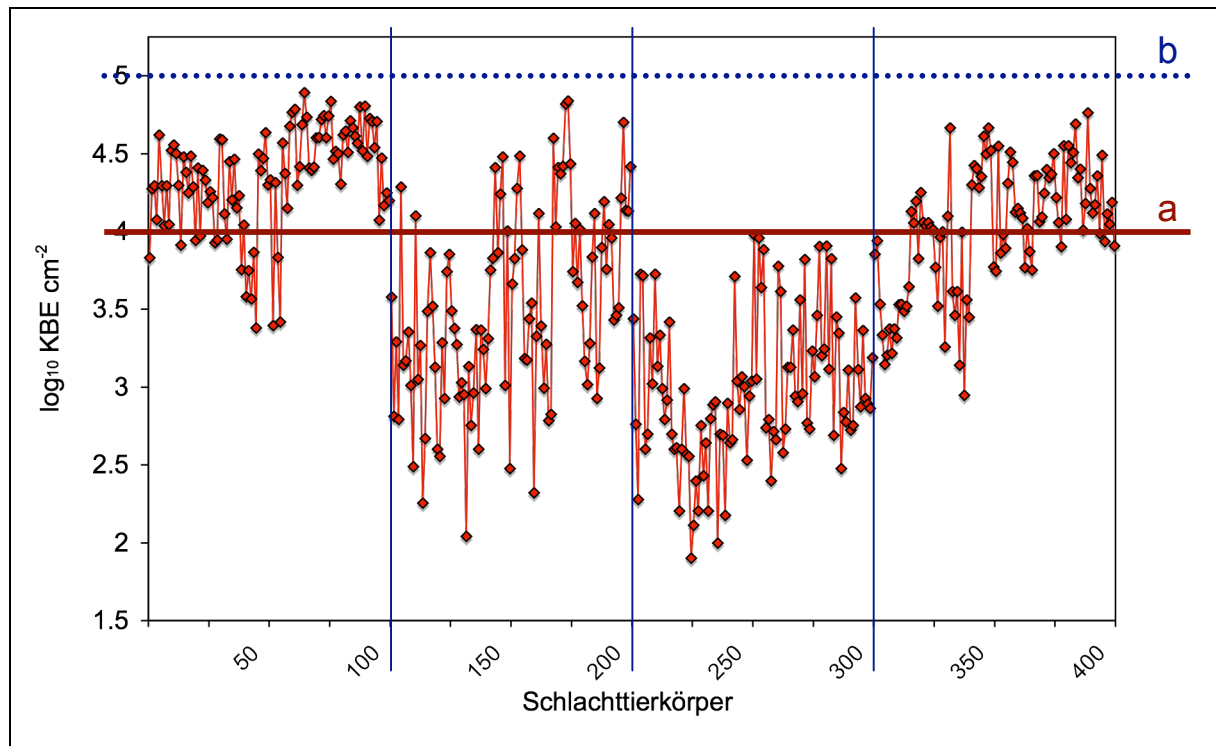


Abbildung 53: GKZ-Ergebnisse von **Schweineschlacht tierkörpern** der Betriebe A, H, I und N („berechnete vertikale Poolprobe“; $n=400$) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Betrieb A: Werte 1-50: Dez 05 - Mai 06; 51-100: Juni - Nov. 06

Betrieb H: Werte 101-150: Dez 05 - Mai 06; 151-200: Juni - Nov. 06

Betrieb I: Werte 201-250: Dez 05 - Mai 06; 251-300: Juni - Nov. 06

Betrieb N: Werte 301-350: Dez 05 - Mai 06; 351-400: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0-5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

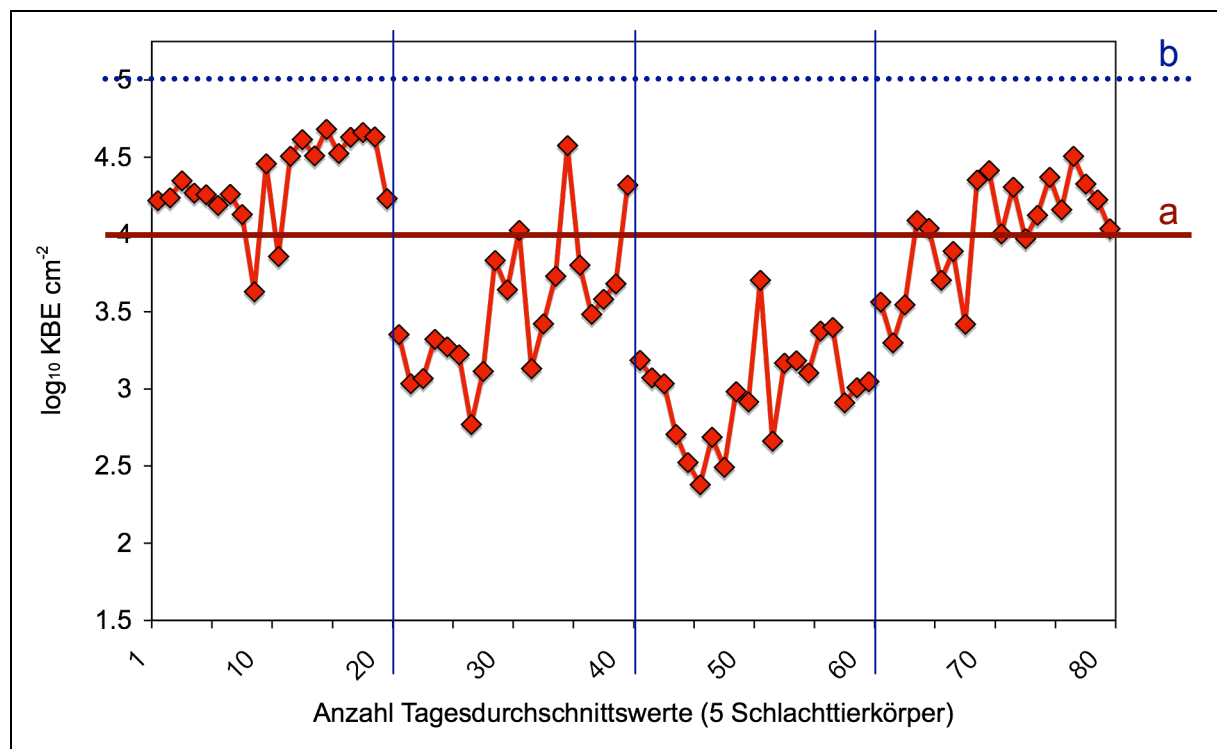


Abbildung 54: Tagesdurchschnittswerte der GKZ-Ergebnisse (n=80) von **Schweineschlachttierkörpern** der Betriebe A, H, I und N („berechnete vertikale Poolprobe“; n=400) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Betrieb A: Werte 1-10: Dez 05 - Mai 06; 11-20: Juni - Nov. 06

Betrieb H: Werte 21-30: Dez 05 - Mai 06; 31-40: Juni - Nov. 06

Betrieb I: Werte 41-50: Dez 05 - Mai 06; 51-60: Juni - Nov. 06

Betrieb N: Werte 61-70: Dez 05 - Mai 06; 71-80: Juni - Nov. 06

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<4.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $4.0\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

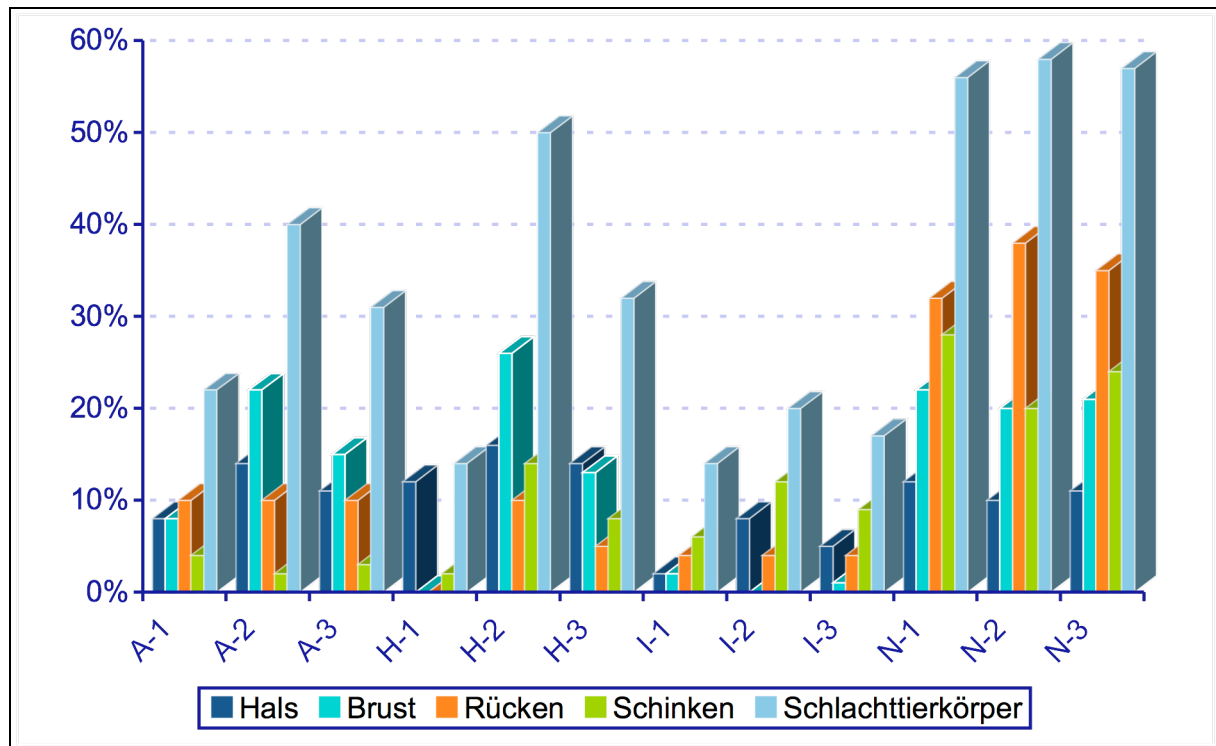


Abbildung 55: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Schweineschlachttierkörper** der Betriebe **A, H, I** und **N** (n=100 pro Entnahmestelle und Betrieb; Dez. 05 - Nov. 06), aufgeschlüsselt nach **Saison** (Dez. 05 - Mai 06; Juni - Nov. 06)

A-1: Dez. 05 - Mai 06; **A-2:** Juni - Nov. 06; **A-3:** Dez 05 - Nov. 06

H-1: Dez. 05 - Mai 06; **H-2:** Juni - Nov. 06; **H-3:** Dez 05 - Nov. 06

I-1: Dez. 05 - Mai 06; **I-2:** Juni - Nov. 06; **I-3:** Dez 05 - Nov. 06

N-1: Dez. 05 - Mai 06; **N-2:** Juni - Nov. 06; **N-3:** Dez 05 - Nov. 06

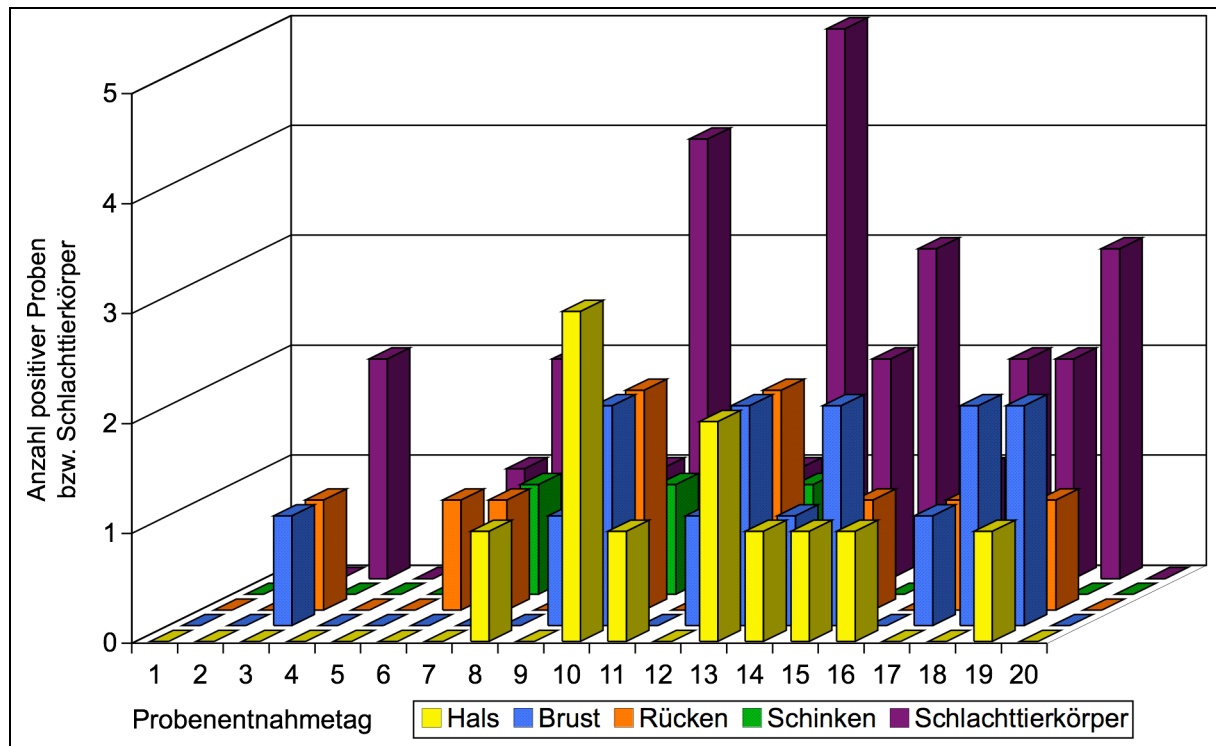


Abbildung 56: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Schweineschlachttierkörper** des **Betriebes A** (n=100 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Probenentnahmetage 1-10: Dez. 05 - Mai 06

Probenentnahmetage 11-20: Juni - Nov. 06

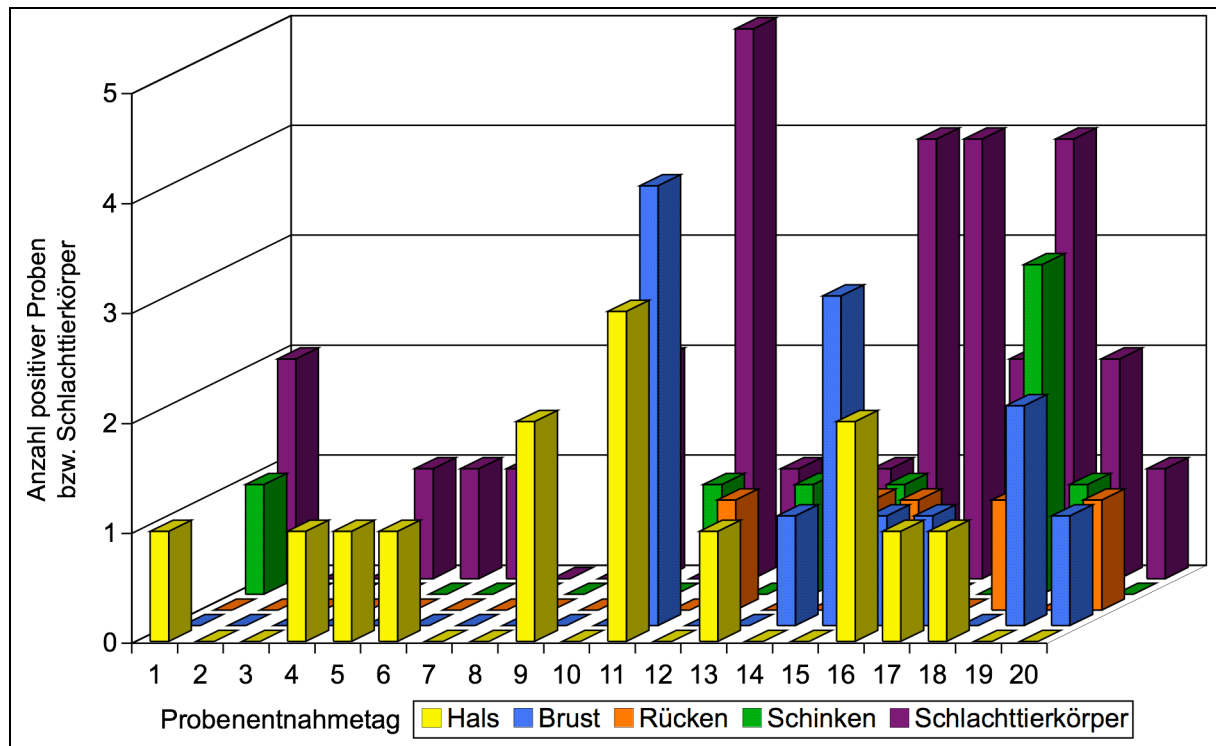


Abbildung 57: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie Schweineschlachttierkörper des Betriebes H (n=100 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Probenentnahmetage 1-10: Dez. 05 - Mai 06

Probenentnahmetage 11-20: Juni - Nov. 06

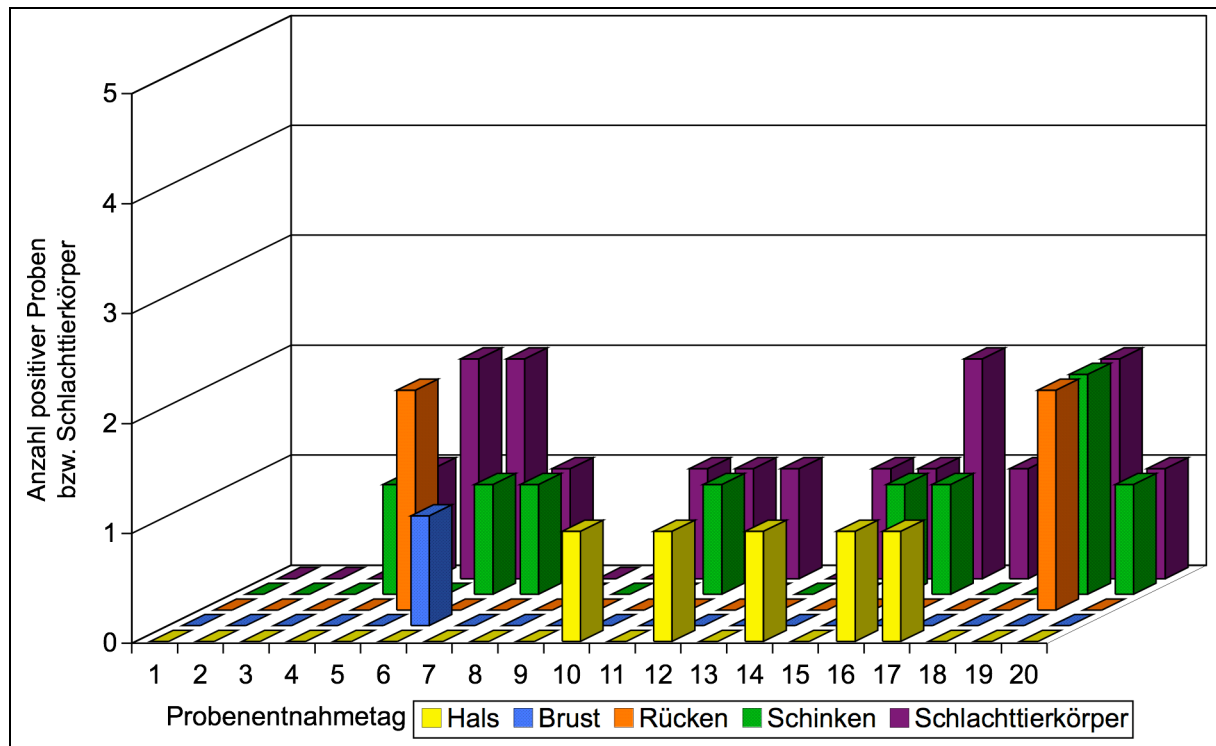


Abbildung 58: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Schweineschlachttierkörper** des **Betriebes I** (n=100 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Probenentnahmetage 1-10: Dez. 05 - Mai 06

Probenentnahmetage 11-20: Juni - Nov. 06

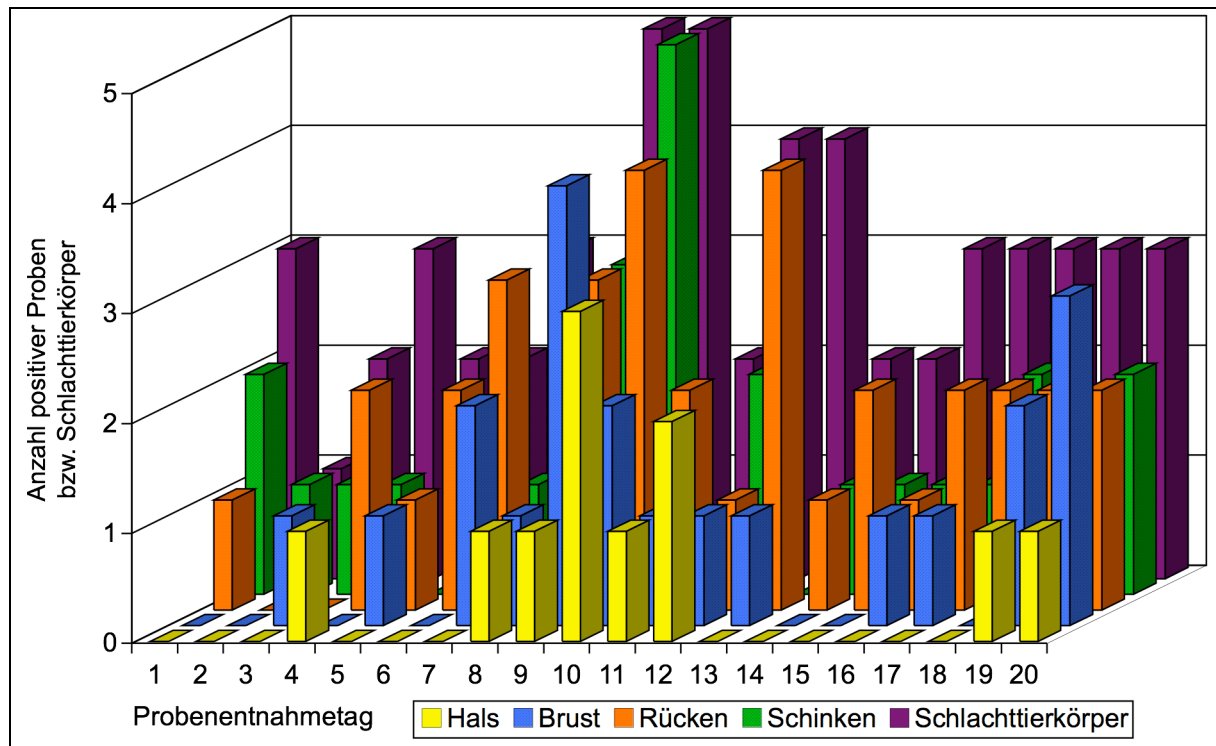


Abbildung 59: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Schweineschlachttierkörper** des **Betriebes N** (n=100 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

Probenentnahmetage 1-10: Dez. 05 - Mai 06

Probenentnahmetage 11-20: Juni - Nov. 06

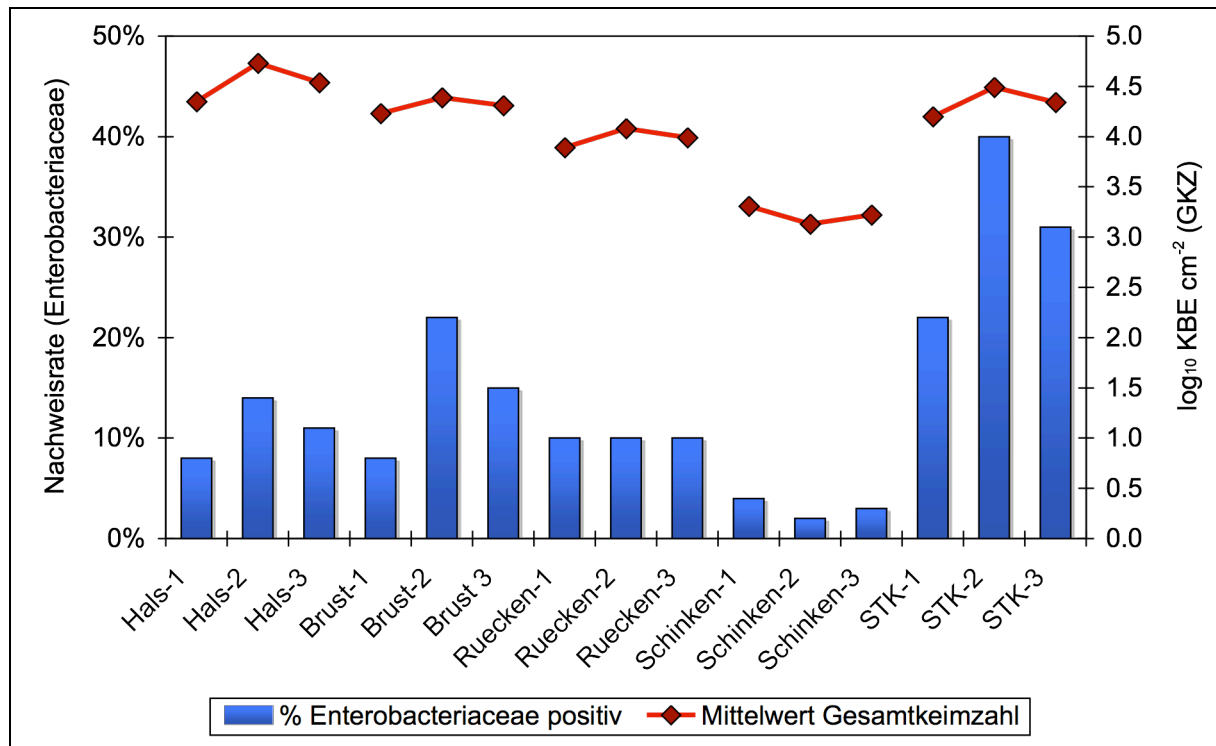


Abbildung 60: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes A** (n=100 pro Entnahmestelle) aufgeschlüsselt nach **Saison**

1: Dez. 05 - Mai 06; 2: Juni - Nov. 06; 3: Dez 05 - Nov. 06

STK: Schlachttierkörper („berechnete vertikale Poolprobe“)

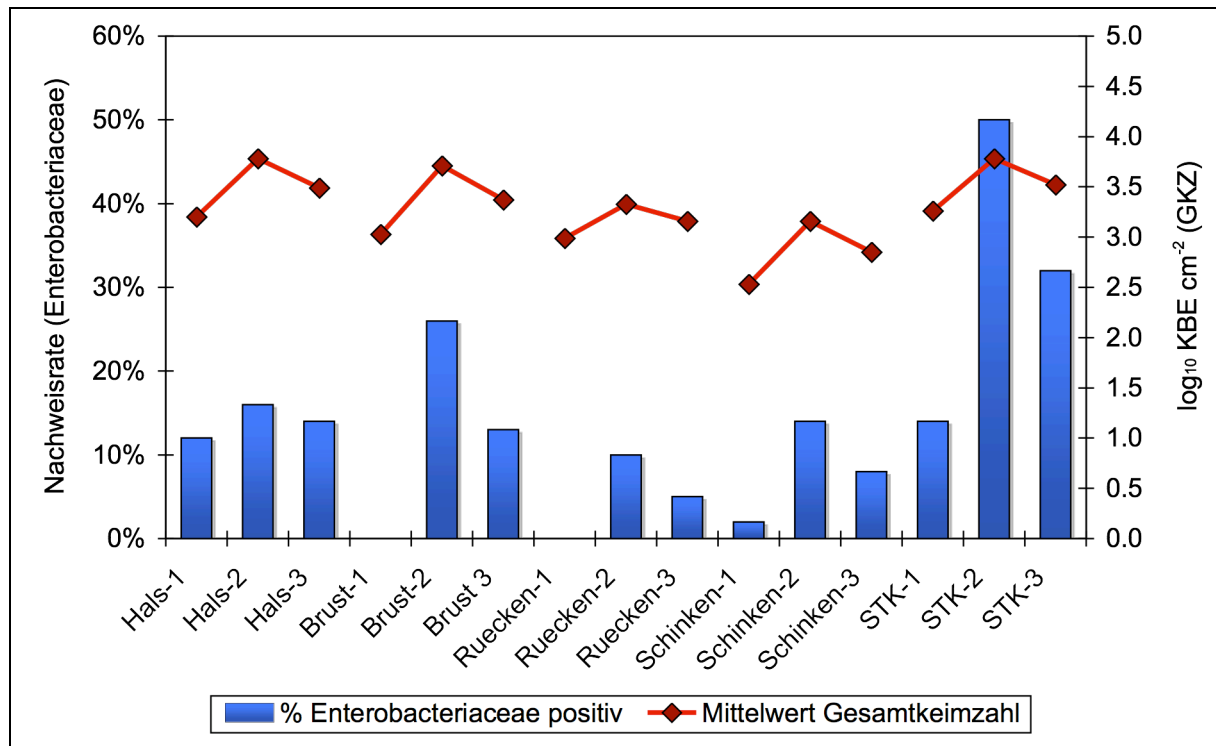


Abbildung 61: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes H** (n=100 pro Entnahmestelle) aufgeschlüsselt nach **Saison**

1: Dez. 05 - Mai 06; 2: Juni - Nov. 06; 3: Dez 05 - Nov. 06

STK: Schlachttierkörper („berechnete vertikale Poolprobe“)

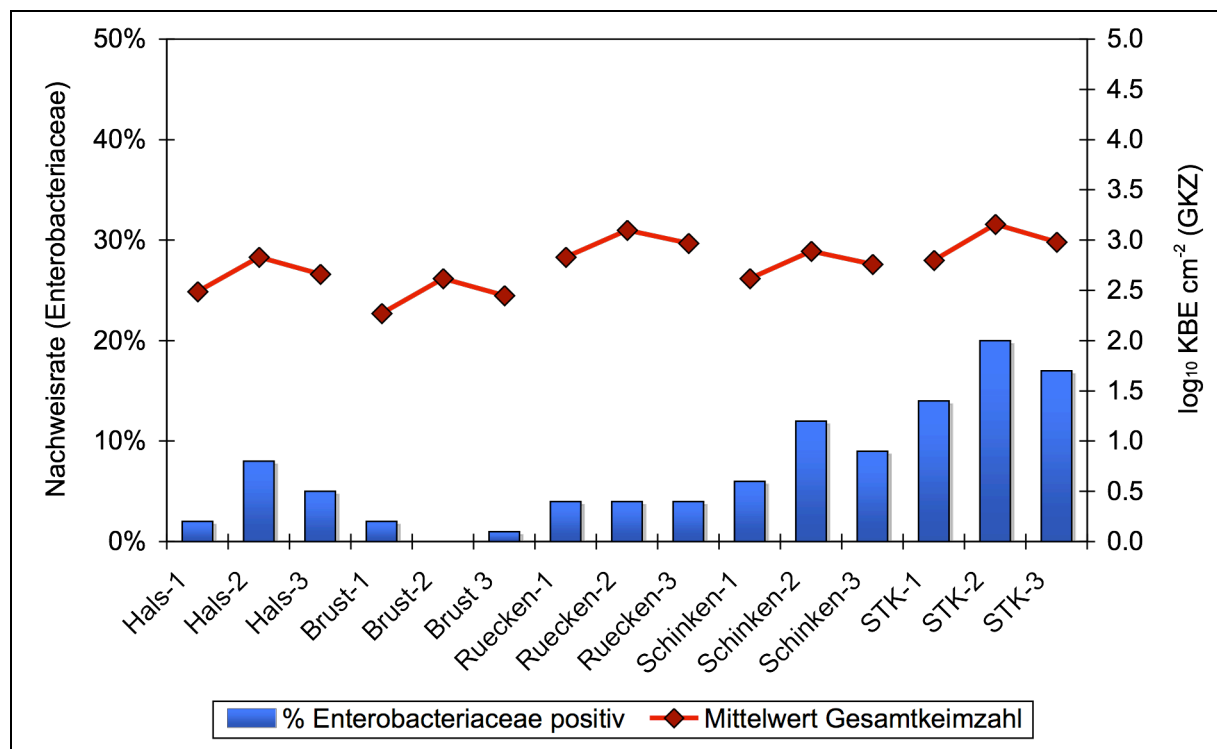


Abbildung 62: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes I** (n=100 pro Entnahmestelle) aufgeschlüsselt nach **Saison**

1: Dez. 05 - Mai 06; 2: Juni - Nov. 06; 3: Dez 05 - Nov. 06

STK: Schlachttierkörper („berechnete vertikale Poolprobe“)

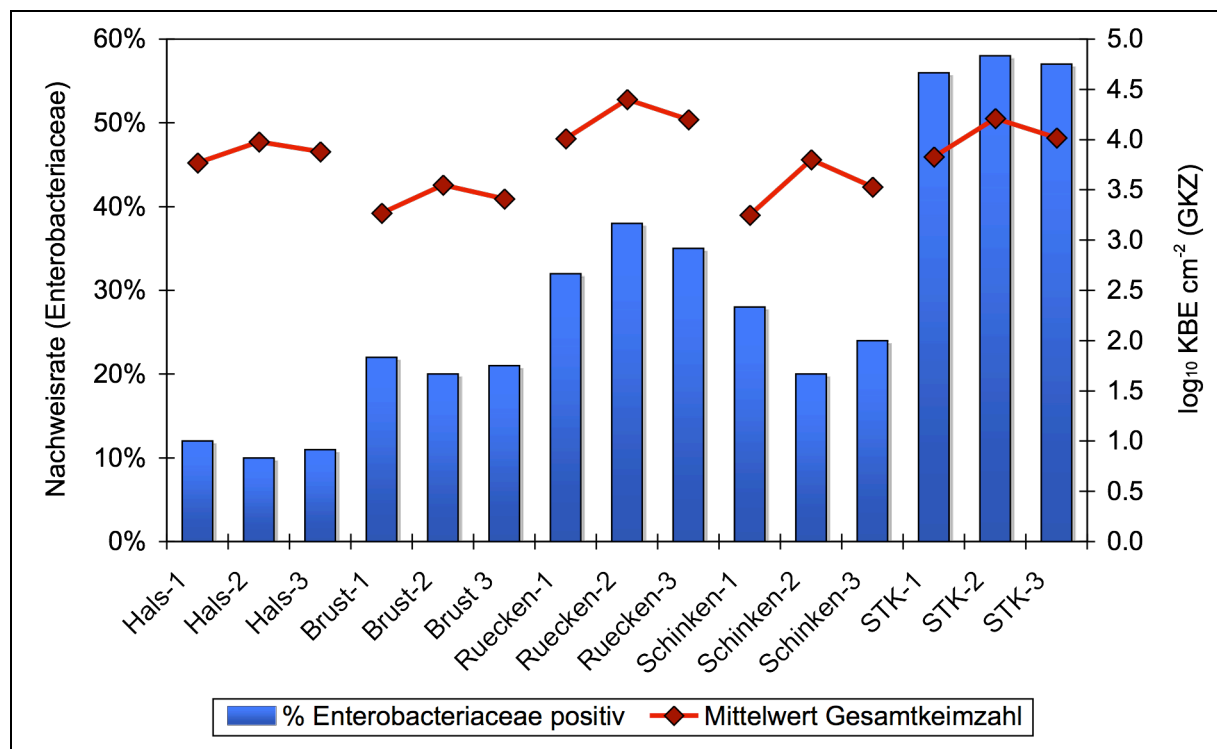


Abbildung 63: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Schweineschlachttierkörpern** des **Betriebes N** (n=100 pro Entnahmestelle) aufgeschlüsselt nach **Saison**

1: Dez. 05 - Mai 06; 2: Juni - Nov. 06; 3: Dez 05 - Nov. 06

STK: Schlachttierkörper („berechnete vertikale Poolprobe“)

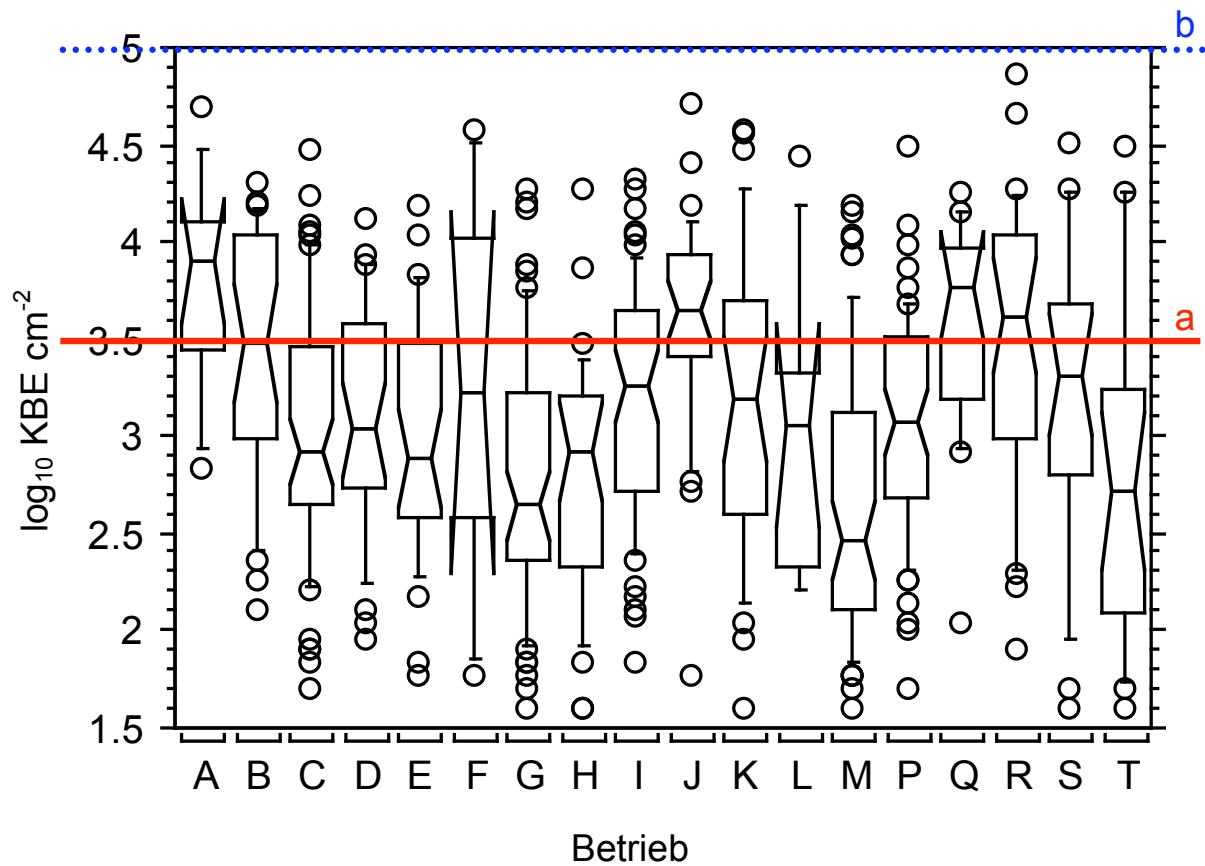


Abbildung 64: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachtierkörpern** („berechnete vertikale Poolprobe“) der Betriebe A bis M und P bis T (n= 595; Dez. 05 - Nov. 06)

Betriebe C, G, I, M, P: n=60

Betriebe B, D, E, H, J, K, R: n=30

Betriebe A, F, L, Q, S, T: n<30

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<3.5 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; akzeptabel: $3.5\text{-}5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2} ; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10}$ KBE cm^{-2}

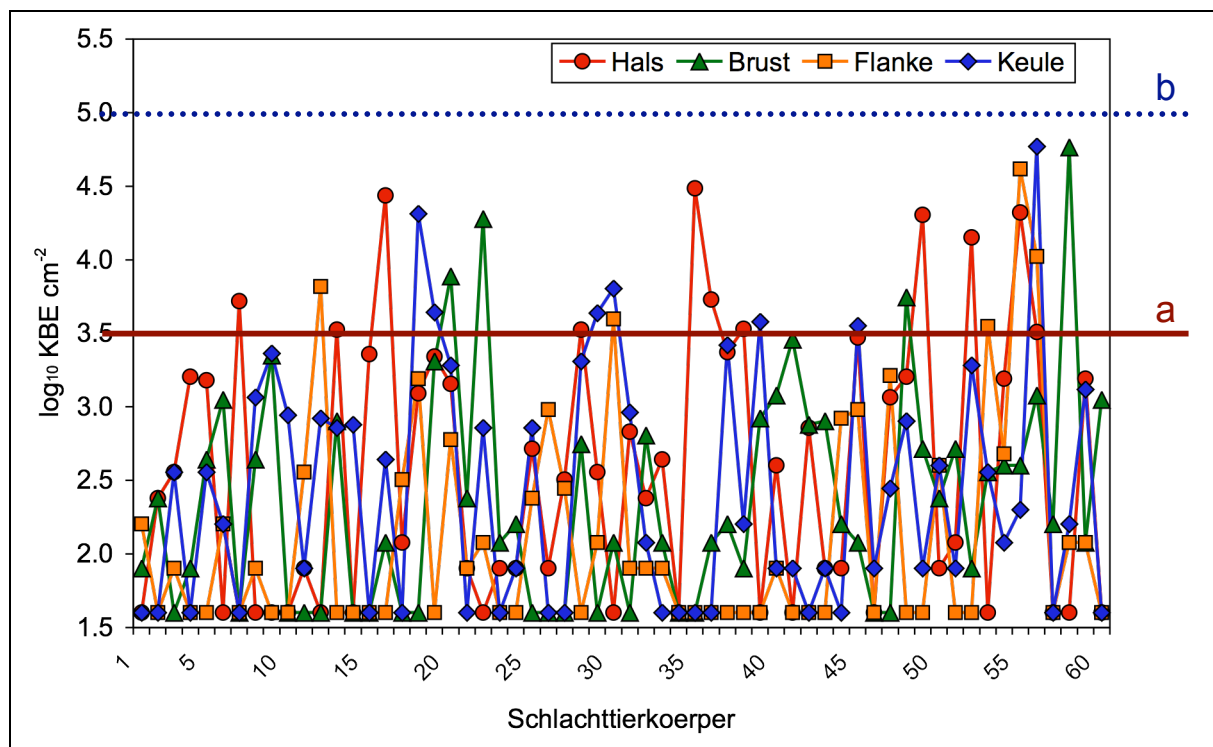


Abbildung 65: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachtierkörpern** des **Betriebes G** (n=240; Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06) aufgeschlüsselt nach **Probenentnahmestellen**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: <3.5 log₁₀ KBE cm⁻²; akzeptabel: 3.5-5.0 log₁₀ KBE cm⁻²; unbefriedigend: >5.0 log₁₀ KBE cm⁻²

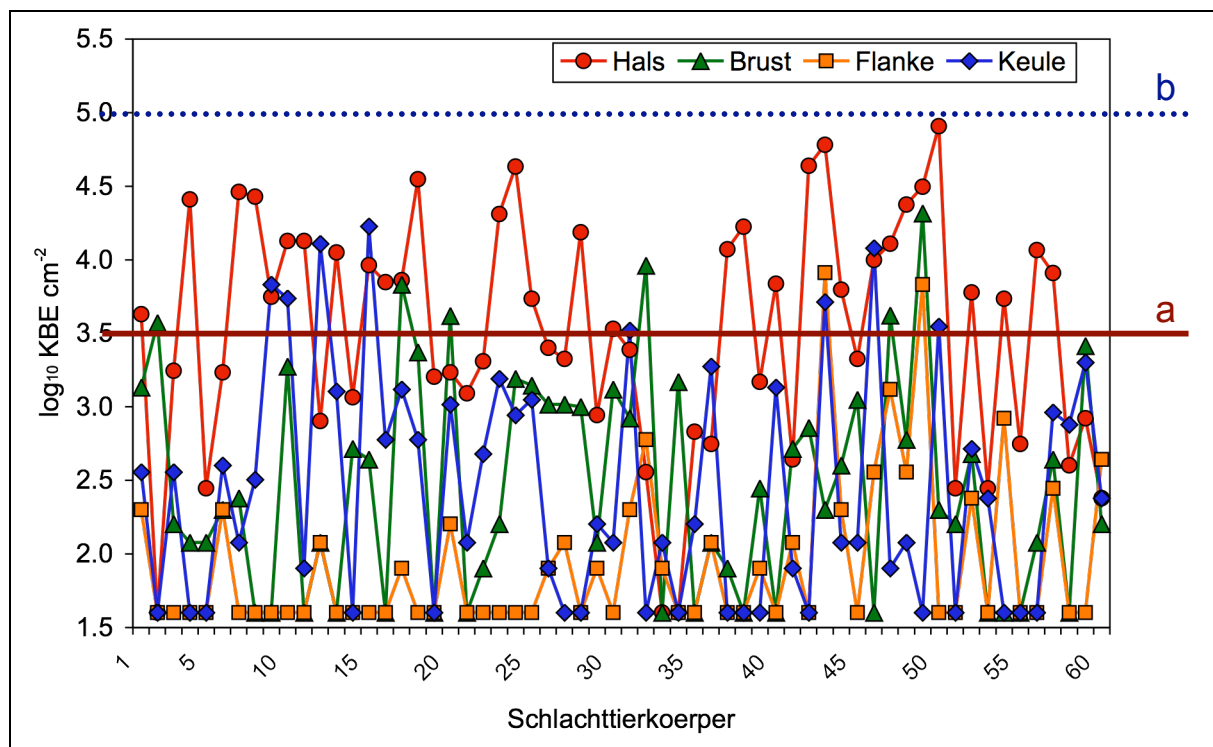


Abbildung 66: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlacht tierkörpern** des **Betriebes I** (n=240; Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06) aufgeschlüsselt nach **Probenentnahmestellen**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: <3.5 log₁₀ KBE cm⁻²; akzeptabel: 3.5-5.0 log₁₀ KBE cm⁻²; unbefriedigend: >5.0 log₁₀ KBE cm⁻²

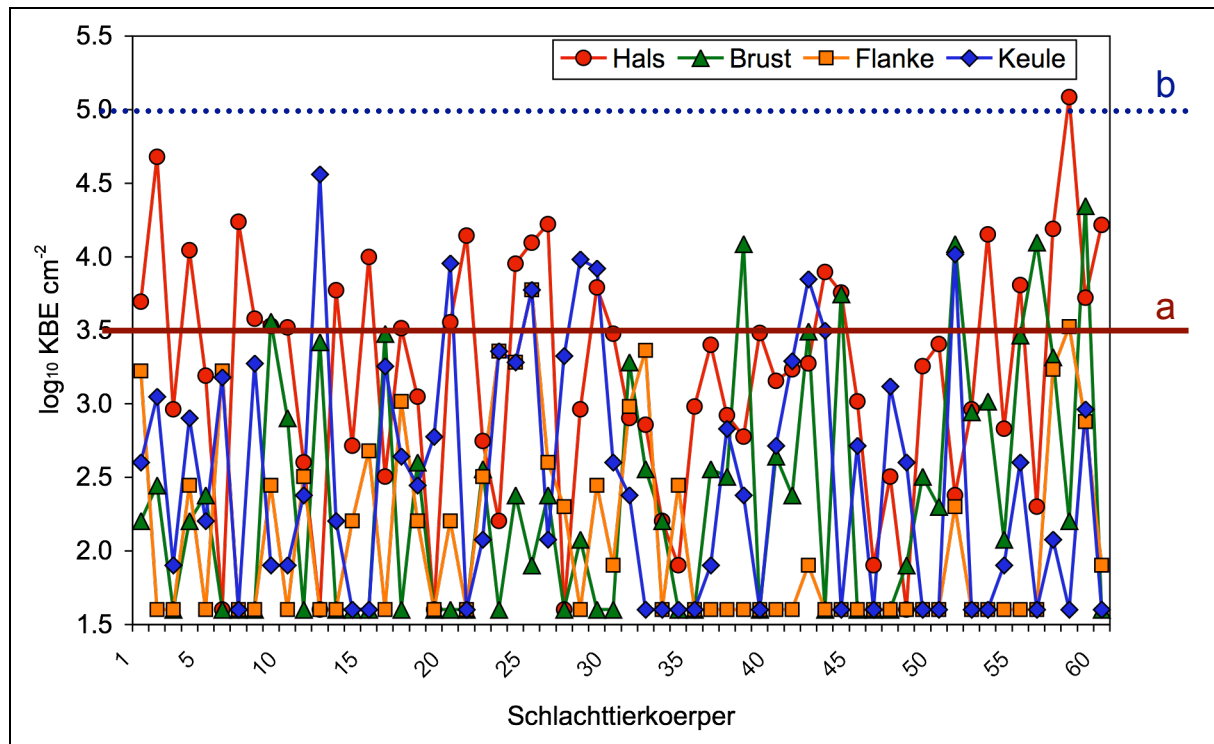


Abbildung 67: Verlauf der GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlacht tierkörpern** des **Betriebes P** (n=240; Stichprobenumfang pro Untersuchungstag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06) aufgeschlüsselt nach **Probenentnahmestellen**

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: <3.5 log₁₀ KBE cm⁻²; akzeptabel: 3.5-5.0 log₁₀ KBE cm⁻²; unbefriedigend: >5.0 log₁₀ KBE cm⁻²

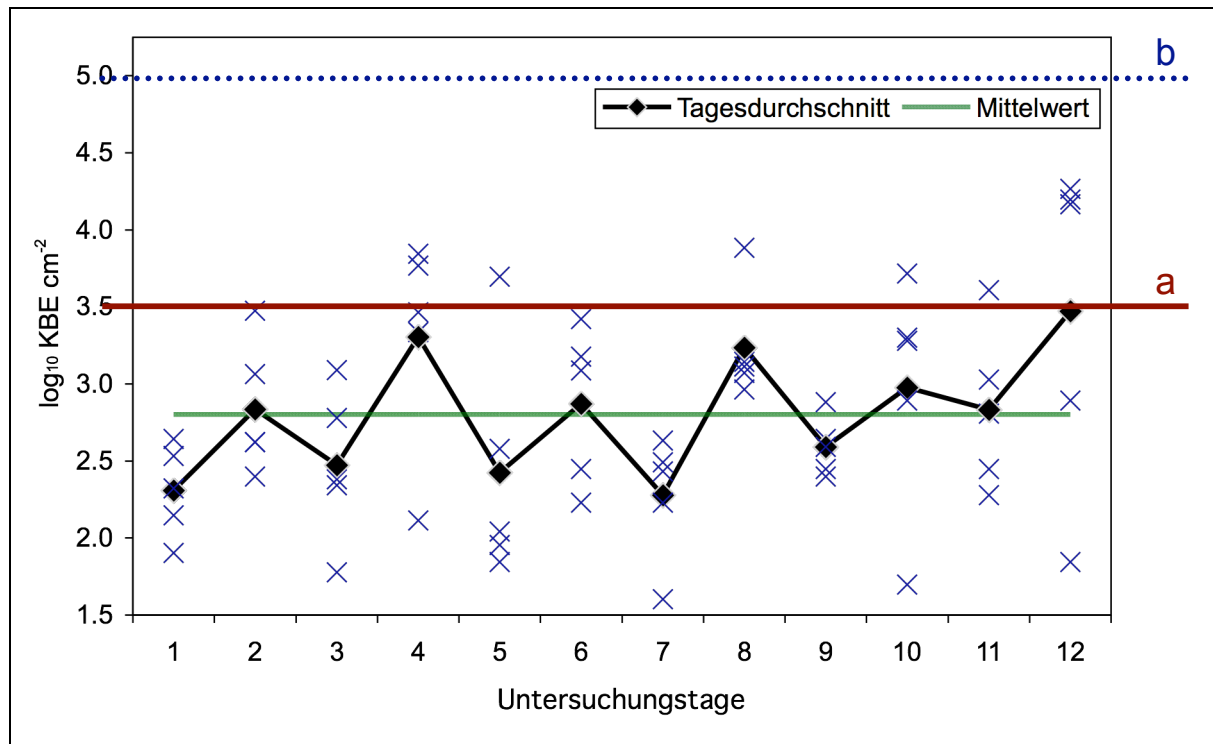


Abbildung 68: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlacht tierkörpern** des **Betriebes G** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=60) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<3.5 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $3.5\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

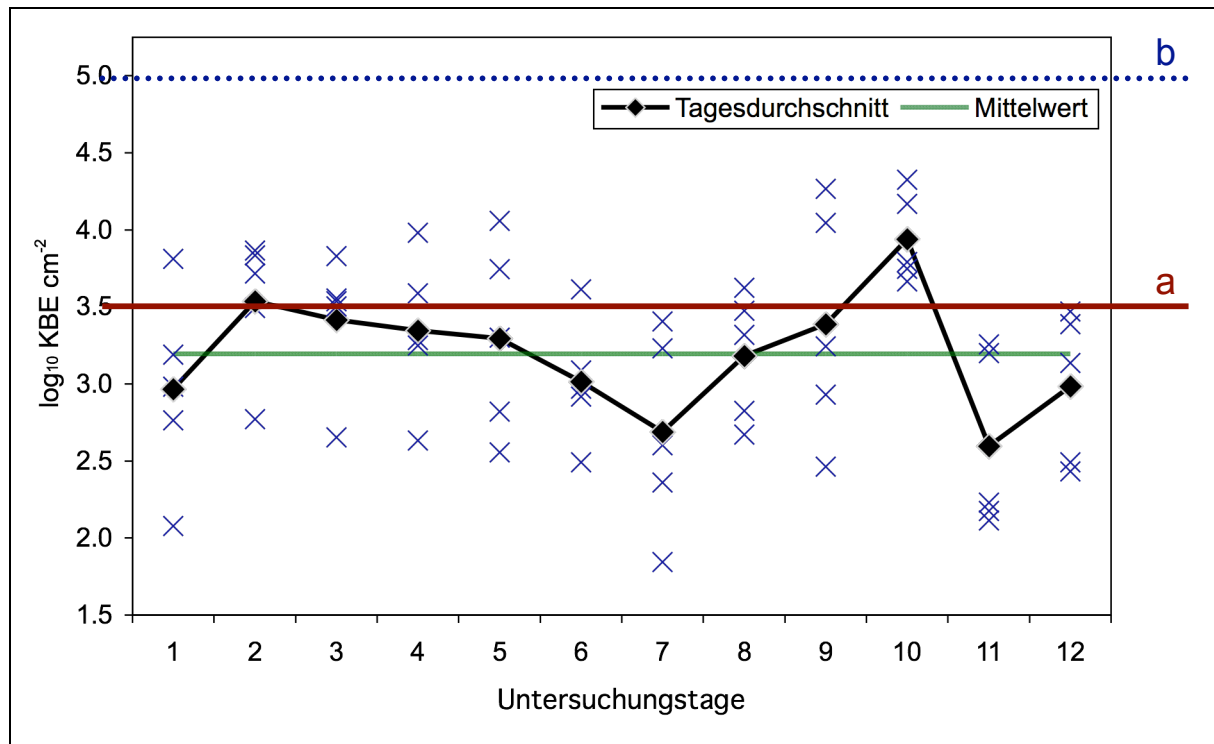


Abbildung 69: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlacht tierkörpern** des **Betriebes I** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=60) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<3.5 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $3.5\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

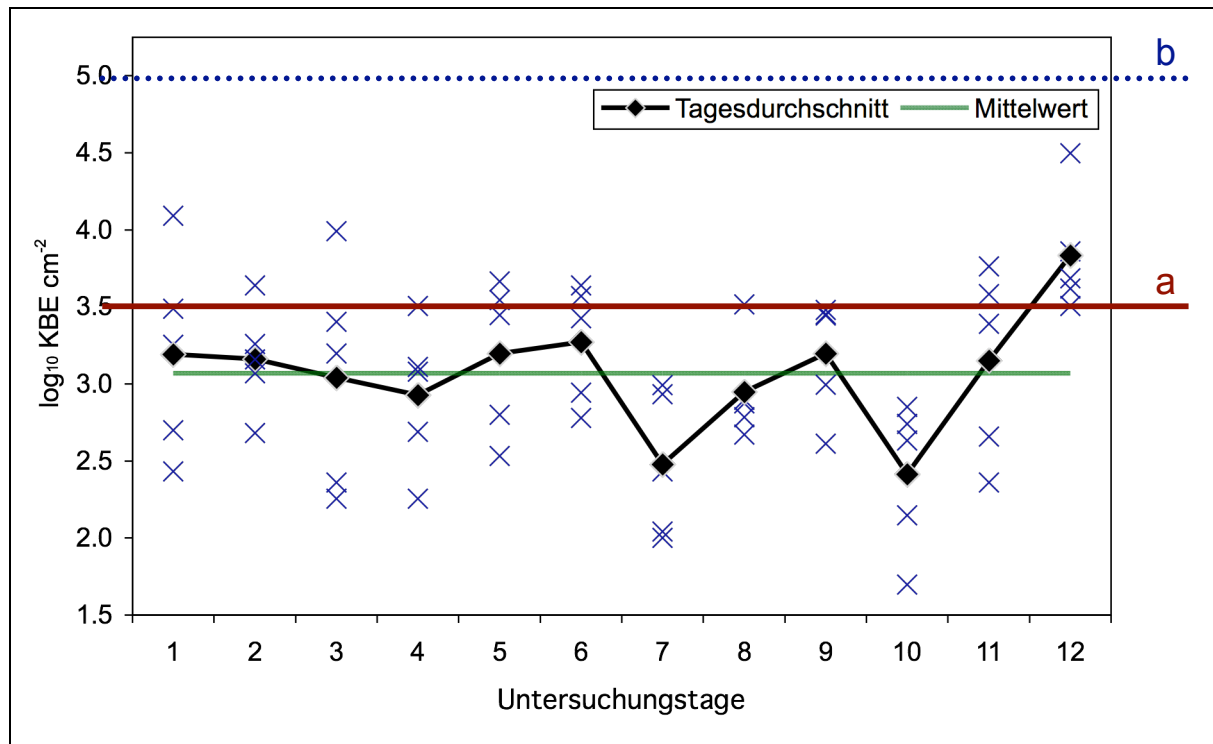


Abbildung 70: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlachttierkörpern** des **Betriebes P** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=60) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<3.5 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $3.5\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

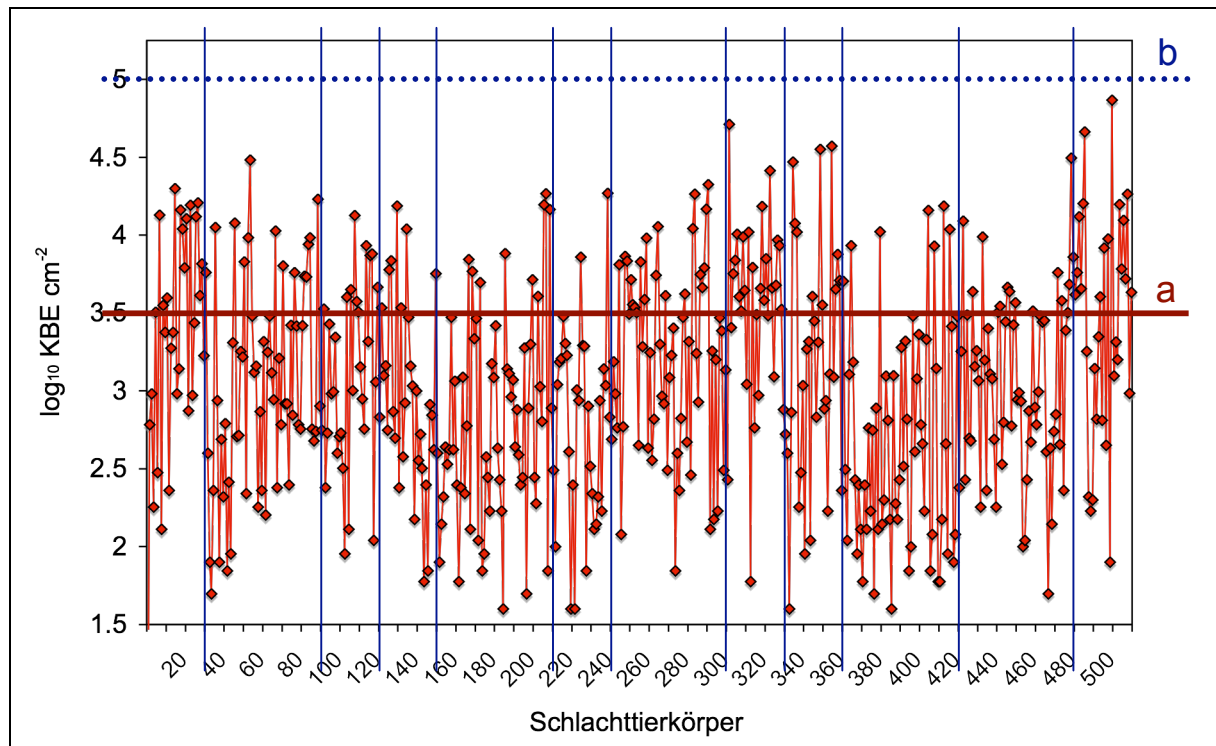


Abbildung 71: GKZ-Ergebnisse von **Rinderschlacht tierkörpern** („berechnete vertikale Poolprobe“; n=510) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06) aus 12 Betrieben, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlacht tierkörpern erhoben wurden

Betrieb B, Werte 1-30; C, 31-90; D, 91-120; E, 121-150; G, 151-210; H, 211-240; I, 241-300; J, 301-330; K, 331-360; M, 361-420; P, 421-480; R, 481-510

a, b: Grenzlinien gemäss Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005; befriedigend: $<3.5 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; akzeptabel: $3.5\text{-}5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$; unbefriedigend: $>5.0 \log_{10} \text{KBE cm}^{-2}$

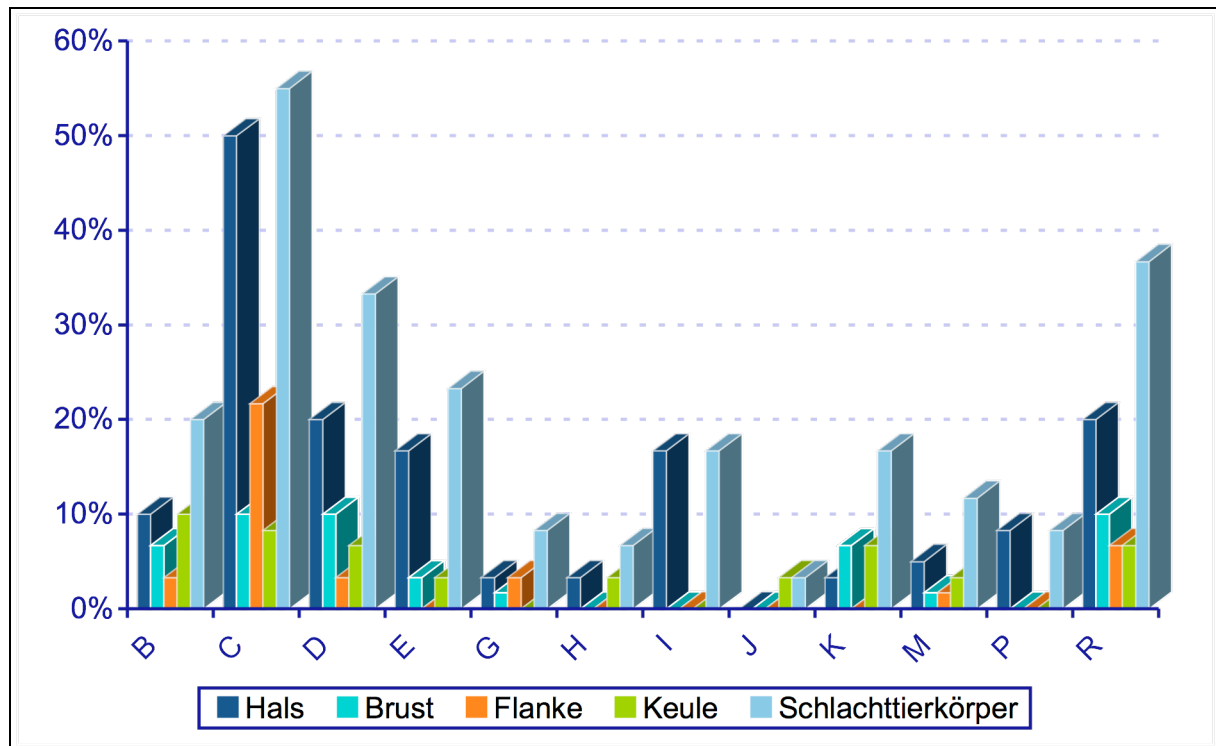


Abbildung 72: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Rinderschlachttierkörper** aus Betrieben, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (Dez. 05 - Nov. 06)

Betriebe C, G, I, M, P: n=60

Betriebe B, D, E, H, J, K, R: n=30

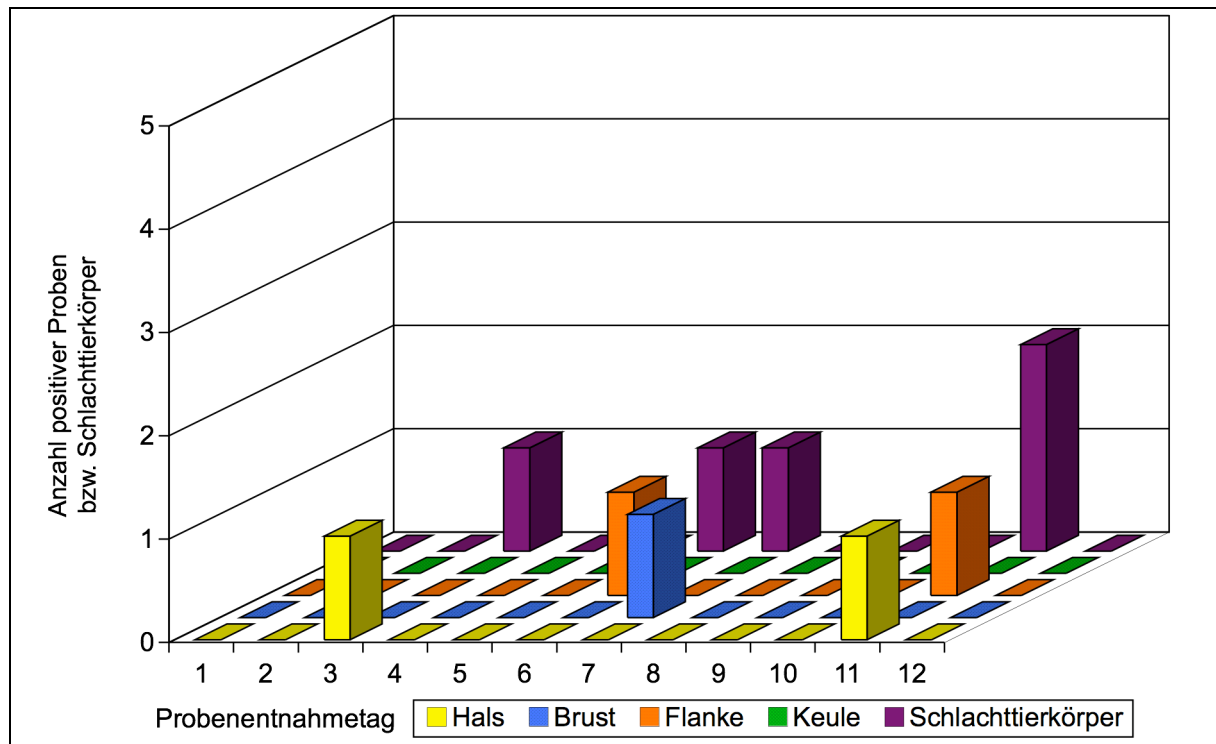


Abbildung 73: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Rinderschlachttierkörper** des **Betriebes G** (n=60 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

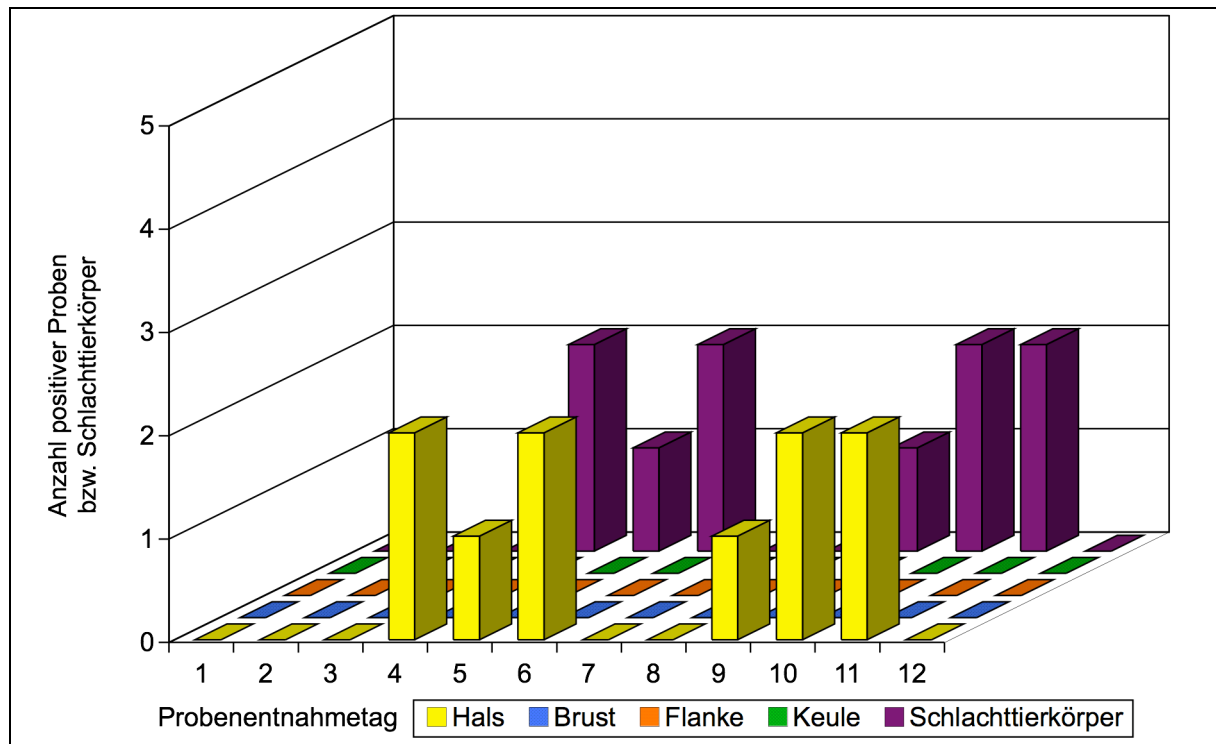


Abbildung 74: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Rinderschlachttierkörper** des **Betriebes I** (n=60 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

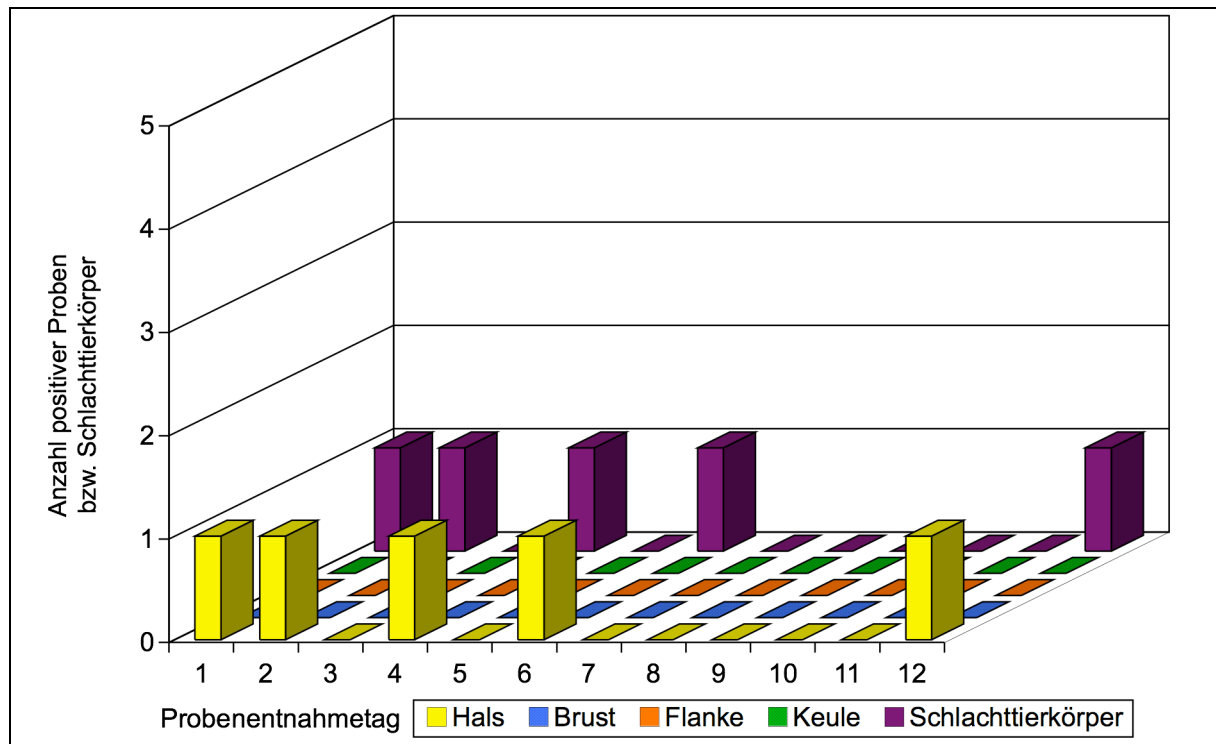


Abbildung 75: Anteil *Enterobacteriaceae*-positiver Entnahmestellen sowie **Rinderschlachttierkörper** des **Betriebes P** (n=60 pro Entnahmestelle, Stichprobenumfang pro Entnahmetag: n=5) über einen Zeitraum von 12 Monaten (Dez. 05 - Nov. 06)

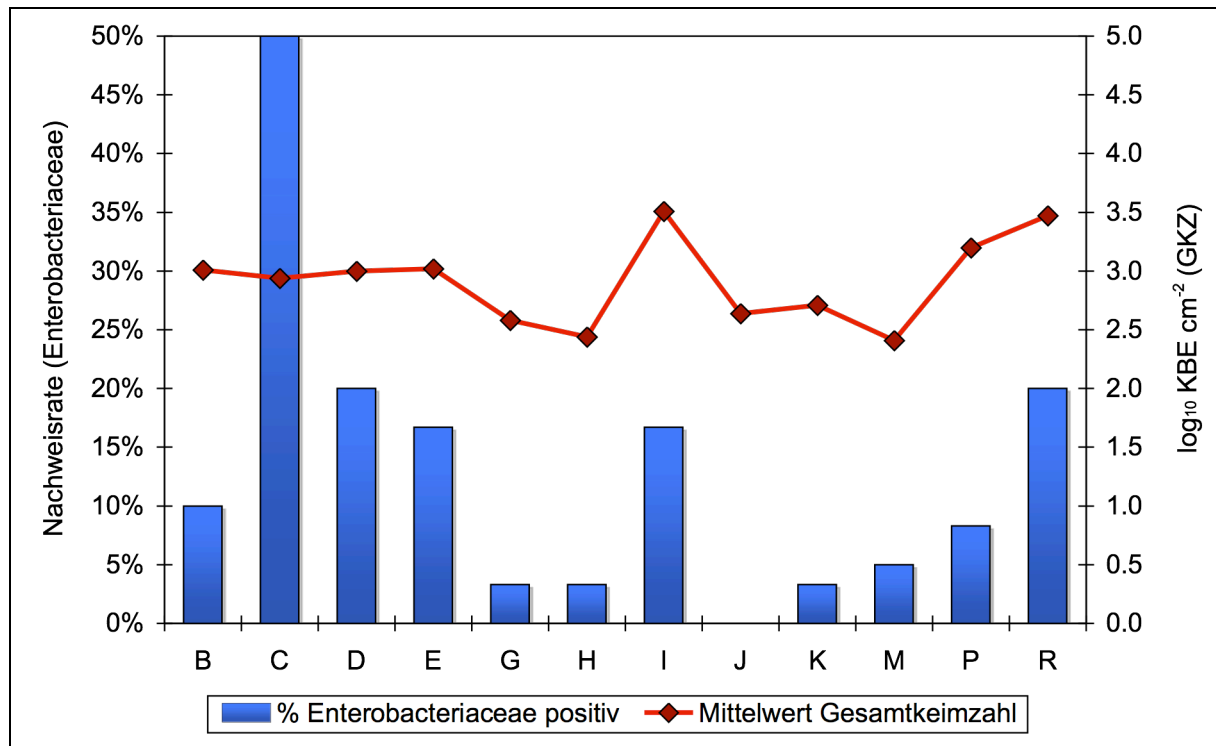


Abbildung 76: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Rinderschlachttierkörpern** aus Betrieben, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R), aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Hals** (n=510; Dez. 05 - Nov. 06)

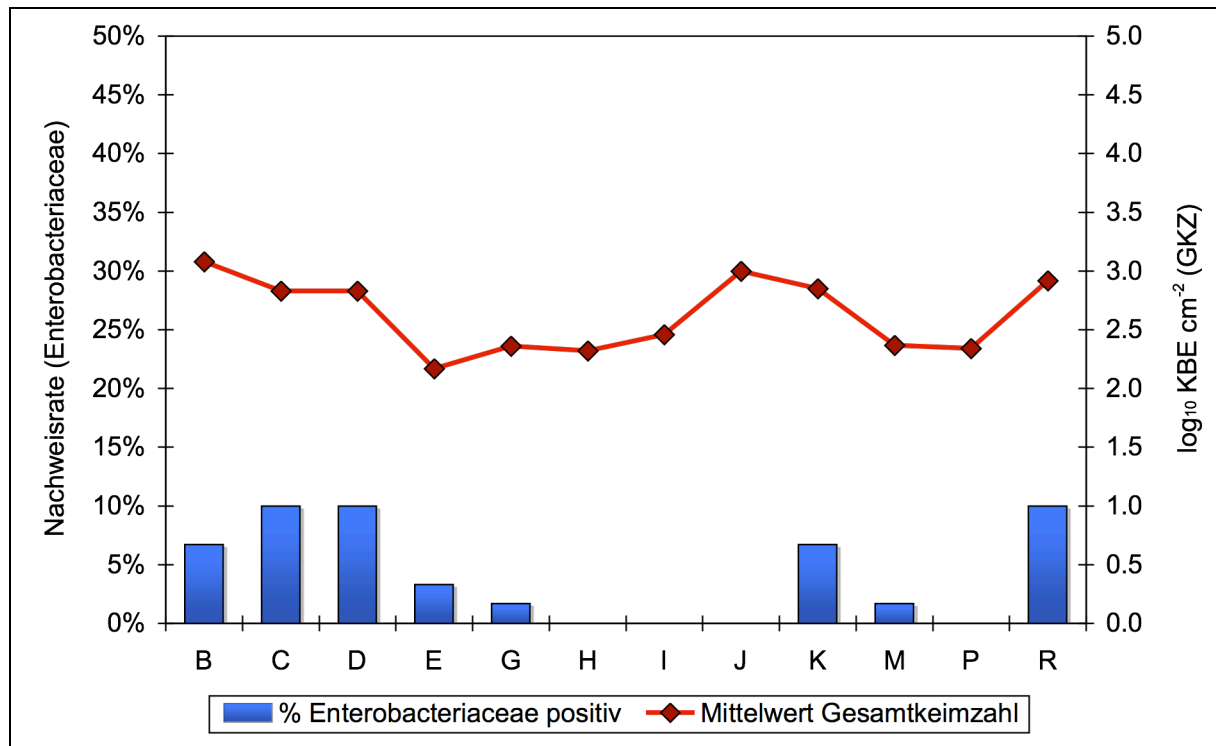


Abbildung 77: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Rinderschlachttierkörpern** aus Betrieben, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R), aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Brust** (n=510; Dez. 05 - Nov. 06)

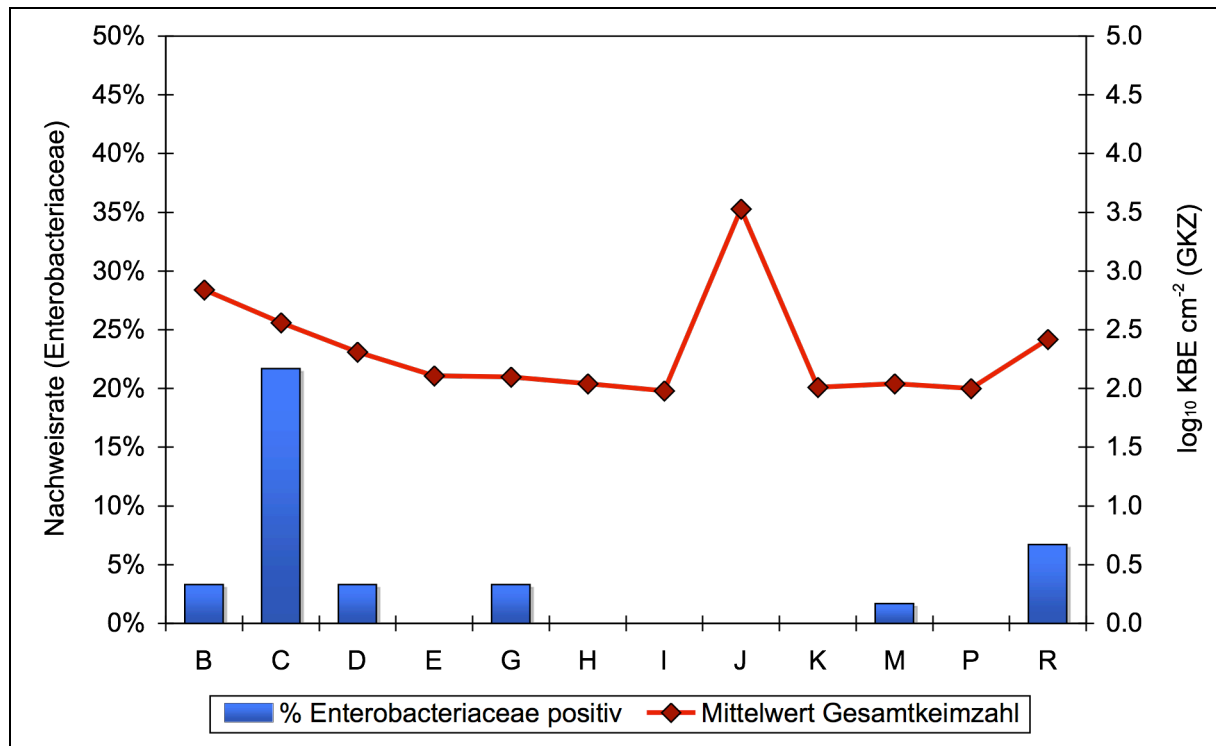


Abbildung 78: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Rinderschlachttierkörpern** aus Betrieben, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R), aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Flanke** (n=510; Dez. 05 - Nov. 06)

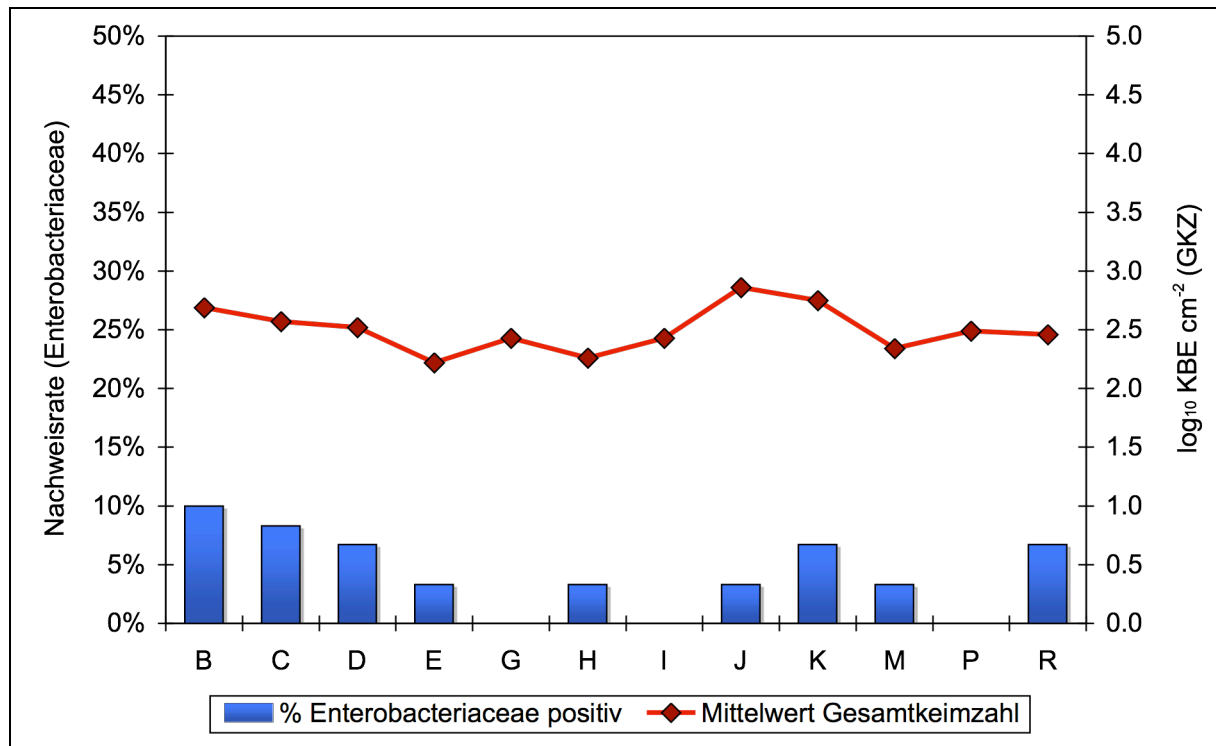


Abbildung 79: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Rinderschlacht**tierkörpern aus Betrieben, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlacht tierkörpern erhoben wurden (B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R), aufgeschlüsselt nach Probenentnahmestellen: **Keule** (n=510; Dez. 05 - Nov. 06)

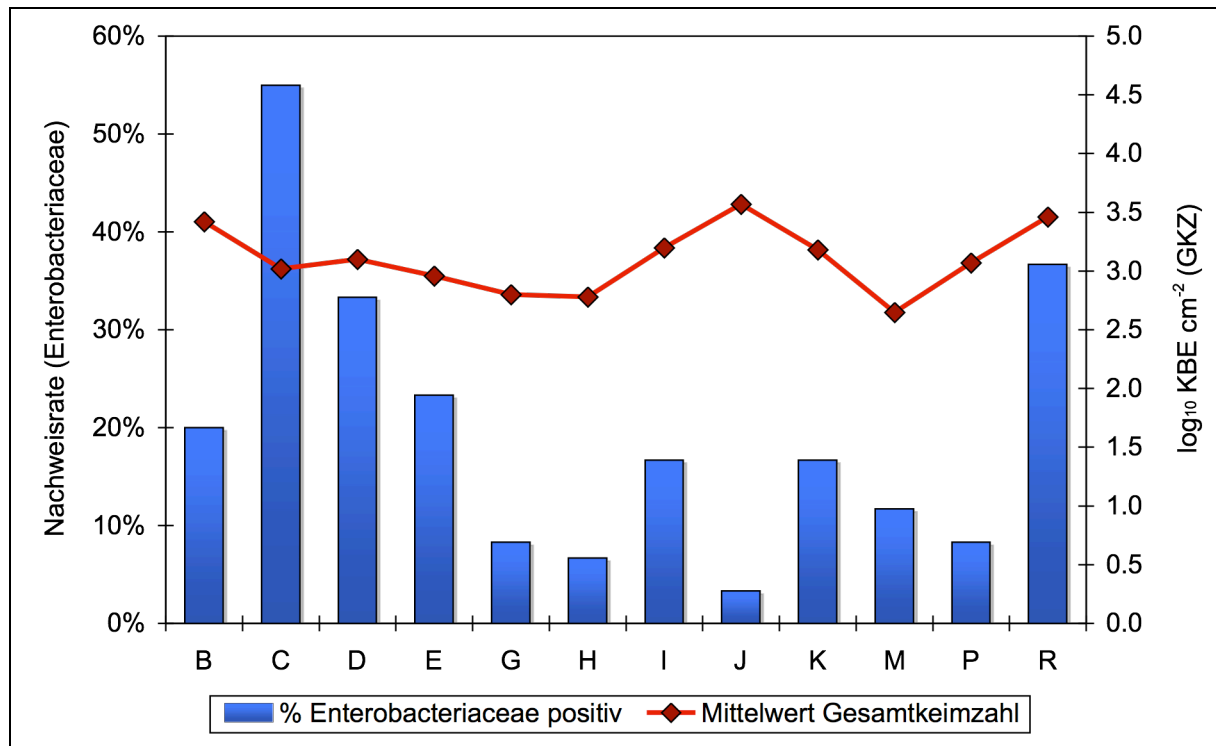


Abbildung 80: Gegenüberstellung der GKZ-Ergebnisse (Mittelwert) und der *Enterobacteriaceae*-Nachweisrate von **Rinderschlachttierkörpern** („berechnete vertikale Poolprobe“) aus Betrieben, in welchen Proben von 30 oder 60 Schlachttierkörpern erhoben wurden (B, C, D, E, G, H, I, J, K, M, P, R; n=510; Dez. 05 - Nov. 06)

8. Literaturangaben

- Al-Saigh, H., C. Zweifel, J. Blanco, J.E. Blanco, M. Blanco, M.A. Usera, R. Stephan, 2004. Fecal shedding of *Escherichia coli* O157, *Salmonella*, and *Campylobacter* in Swiss cattle at slaughter. *J. Food Prot.* 67, 679-684.
- Anonym, 1990. Report of WHO consultation on research on new slaughter technologies to reduce cross-contamination. World Health Organization (WHO), WHO/CDS/VPH/90.87.
- Anonym, 1995. Deutsche Gesellschaft für Qualität: SPC2 – Qualitätsregelkartentechnik, DQG-Band 16-32, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- Anonym, 1996. Pathogen reduction; hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. Food Safety Inspection Service (FSIS), U. S. Department of Agriculture (USDA); Final rule, *Fed. Regist.* 61, 38805-38989.
- Anonym, 2002. Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. *Off. J. Eur. Union* L 31, 1-24.
- Anonym, 2004a. Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs. *Off. J. Eur. Union* L 139, 1-54.
- Anonym, 2004b. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. *Off. J. Eur. Union* L 139, 55-205.
- Anonym, 2004c. Regulation (EC) No 882/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on official controls performed to ensure the verification of compliance with feed and food law, animal health, and animal welfare rules. *Off. J. Eur. Union* L 165, 1-141.
- Anonym, 2004d. Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organization of official controls on products of animal origin intended for human consumption. *Off. J. Eur. Union* L 155, 206-319.
- Anonym, 2005a. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Off. J. Eur. Union* L 338, 1-26.
- Anonym, 2005b. Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung vom 23. November 2005 (LGV, SR 817.02). Systematische Sammlung des Bundesrechts, <http://www.admin.ch/ch/d/sr/sr.html>.

- Anonym, 2005c. Verordnung vom 23. November 2005 über das Schlachten und die Fleischkontrolle (VSFK, SR 817.190). Systematische Sammlung des Bundesrechts, <http://www.admin.ch/ch/d/sr/sr.html>.
- Anonym, 2005d. Verordnung des EVD vom 23. November 2005 über die Hygiene beim Schlachten (VHyS, SR 817.190.1). Systematische Sammlung des Bundesrechts, <http://www.admin.ch/ch/d/sr/sr.html>.
- Anonym, 2006a. The Community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. *The EFSA Journal* 94, 1-234.
- Anonym, 2006b. Technische Weisung über die Bewilligung von Schlachthanlagen vom 24.05.2006, Anhang 3, Ausführungshilfe zur Überprüfung der Selbstkontrolle nach einheitlichen Kriterien. Bundesamt für Veterinärwesen (BVET), <http://www.bvet.admin.ch/>.
- Anonym, 2006c. Anleitung zur Durchführung von mikrobiologischen Untersuchungen im Rahmen der Selbstkontrolle von Schlachtbetrieben vom 3. Oktober 2006. Bundesamt für Veterinärwesen (BVET), <http://www.bvet.admin.ch/>.
- Arthur, T.M., J.M. Bosilevac, X. Nou, S.D. Shackelford, T.L. Wheeler, M.W. Kent, D. Jaroni, B. Pauling, D.M. Allen, M. Koohmaraie, 2004. *Escherichia coli* O157 prevalence and enumeration of aerobic bacteria, *Enterobacteriaceae*, and *Escherichia coli* O157 at various steps in commercial beef processing plants. *J. Food Prot.* 67, 658–665.
- Bacon, R.T., K.E. Belk, J.N. Sofos, R.P. Clayton, J.O. Reagan, G.C. Smith, 2000. Microbial populations on animal hides and beef carcasses at different stages of slaughter in plants employing multiple-sequential interventions for decontamination *J. Food Prot.* 63, 1080–1086.
- Baird, B.E., L.M. Lucia, G.R. Acuff, K.B. Harris, J.W. Savell, 2006. Beef hide antimicrobial interventions as a means of reducing bacterial contamination. *Meat Sci.* 73, 245–248.
- Barkocy-Gallagher, G.A., T.M. Arthur, M. Rivera-Betancourt, X. Nou, S.D. Shackelford, T.L. Wheeler, M. Koohmaraie, 2003. Seasonal prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, including O157:H7 and non-O157 serotypes, and *Salmonella* in commercial beef processing plants. *J. Food Prot.* 66, 1978–1986.
- Bartelt, E., 1999. Campylobacteriose und Q-Fieber. Proceedings 27. Seminar Umwelthygiene - Tiere als Infektionsquelle für den Menschen? Fakten - Emotionen. Hannover, p. 43-50.
- Bell, R.G., 1997. Distribution and sources of microbial contamination on beef carcasses. *J. Appl. Microbiol.* 82, 292–300.

- Bolton, D.J., 2003. The EC Decision of the 8th June 2001 (EC/471/2001): Excision versus swabbing. *Food Control* 14, 207-209.
- Bolton, D.J., A.M. Doherty, J.J. Sheridan, 2001. Beef HACCP: intervention and non-intervention systems. *Int. J. Food Microbiol.* 66, 119-129.
- Bolton, D.J., R.A. Pearce, J.J. Sheridan, I.S. Blair, D.A. McDowell, D. Harrington, 2002. Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. *J. Appl. Microbiol.* 92, 893-902.
- Borch, E., T. Nesbakken, H. Christensen, 1996. Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. *Int. J. Food Microbiol.* 30, 9-25.
- Bosilevac, J.M., X. Nou, G.A. Barkocy-Gallagher, T.M. Arthur, M. Koohmaraie, 2006. Treatments using hot water instead of lactic acid reduce levels of aerobic bacteria and *Enterobacteriaceae* and reduce the prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 on preevisceration beef carcasses. *J. Food Prot.* 69, 1808-1813.
- Bosilevac, J.M., X. Nou, M.S. Osborn, D.M. Allen, M. Koohmaraie, 2005. Development and evaluation of an on-line hide decontamination procedure for use in a commercial beef processing plant. *J. Food Prot.* 68, 265-72.
- Brown, M.H., C.O. Gill, J. Hollingsworth, R. Nickelson II, S. Seward, J.J. Sheridan, T. Stevenson, J.L. Sumner, D.M. Theno, W.R. Osborne, D. Zink, 2000. The role of microbiological testing in systems for assuring the safety of beef. *Int. J. Food Microbiol.* 62, 7-16.
- Bryant, J., D.A. Brereton, C.O. Gill, 2003. Implementation of a validated HACCP system for the control of microbiological contamination of pig carcasses at a small abattoir. *Can. Vet. J.* 44, 51-55.
- Burfoot, D., R. Whyte, D. Tinker, M. Howell, K. Hall, J. Holah, D. Smith, R. White, D. Baker, J. McIntosh, 2006. Importance of airborne contamination during dressing of beef and lamb carcasses. *J. Food Prot.* 69, 2828-2836.
- Byrne C.M., D.J. Bolton, J.J. Sheridan, D.A. McDowell, I.S. Blair, 2000. The effects of preslaughter washing on the reduction of *Escherichia coli* O157:H7 transfer from cattle hides to carcasses during slaughter. *Lett. Appl. Microbiol.* 30, 142-5.
- Byrne, B., G. Dunne, J. Lyng, D.J. Bolton, 2005. Microbiological carcass sampling methods to achieve compliance with 2001/471/EC and new hygiene regulations. *Res. Microbiol.* 156, 104-106.
- Chang, V.P., E.W. Mills, C.N. Cutter, 2003. Reduction of bacteria on pork carcasses associated with chilling method. *J. Food Prot.* 66, 1019-1024.
- Charlebois, R., R. Trudel, S. Messier, 1991. Surface contamination of beef carcasses by fecal coliforms. *J. Food Prot.* 54, 950-956.

- Dorsa, W.J., C.N. Cutter, G.R. Siragusa, 1996. Evaluation of six sampling methods for recovery of bacteria from beef carcass surfaces. *Lett. Appl. Microbiol.* 22, 39-41.
- Dorsa, W.J., G.R. Siragusa, C.N. Cutter, E.D. Berry, M. Koohmaraie, 1997. Efficacy of using a sponge sampling method to recover low levels of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and aerobic bacteria from beef carcass surface tissue. *Food Microbiol.* 14, 63-69.
- Dura, U., R. Stephan, K. Kühn, F. Untermann, 1999. Selbstkontrolle im Schlachtbetrieb: Verifikation der Schlachthygiene am Beispiel mikrobiologischer Untersuchungen von Rinderschlacht tierkörpern. *Mitt. Lebensm. Hyg.* 90, 564-574.
- Eggenberger, E., R. Thun, 1984. Eine graphische Methode zur Darstellung von Messwerten. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 126, 199-205.
- Elder, R.O., J.E. Keen, G.R. Siragusa, G.A. Barkocy-Gallagher, M. Koohmaraie, W.W. Laegried, 2000. Correlation of enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157 prevalence in feces, hides, and carcasses of beef cattle during processing. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 97, 2999-3003.
- Ellerbroek, L., 2003. Mikrobiologische Kontrolle der allgemeinen Hygiene in Fleisch-Lieferbetrieben gemäss Artikel 10 (2) der Richtlinie 64/433/EWG: Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG. *Fleischwirtsch.* 83, 139-142.
- Fliss, I., R.E. Simard, A. Ettriki, 1991. Comparison of three sampling techniques for microbiological analysis of meat surfaces. *J. Food Sci.* 56, 249-252.
- Gill, C.O., 2004. Visible contamination on animals and carcasses and the microbiological condition of meat. *J. Food Prot.* 67, 413-419.
- Gill, C.O., M. Badoni, J.C. McGinnis, 2001. Microbiological sampling of meat cuts and manufacturing beef by excision or swabbing. *J. Food Prot.* 64, 325-334.
- Gill, C.O., J. Bryant, 1997. Assessment of the hygienic performance of two beef carcass cooling processes from product temperatures, history data or enumeration of bacteria on carcasses. *Food Microbiol.* 14, 593-602.
- Gill, C.O., J. Bryant, C. Landers, 2003. Identification of critical control points for control of microbiological contamination in processes leading to the production of ground beef at a packing plant. *Food Microbiol.* 20, 641-650.
- Gill, CO., B. Deslandes, K. Rahn, A. Houde, J. Bryant, 1998c. Evaluation of the hygienic performances of the processes for beef carcass dressing at 10 packing plants. *J. Appl. Microbiol.* 84, 1050-1058.
- Gill, C.O., F. Dussault, R.A. Holley, A. Houde, T. Jones, N. Rheault, A. Rosales, S. Quessy, 2000. Evaluation of the hygienic performances of the processes for cleaning, dressing and cooling pig carcasses at eight packing plants. *Int. J. Food Microbiol.* 58, 65-72.

- Gill, C.O., T. Jones, 2000. Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing. *J. Food Prot.* 63, 167-173.
- Gill, C.O., T. Jones, 2006. Setting control limits for *Escherichia coli* counts in samples collected routinely from pig or beef carcasses. *J. Food Prot.* 69, 2837-2842.
- Gill, C.O., T. Jones, M. Badoni, 1998a. The effects of hot water pasteurizing treatments on the microbiological conditions and appearances of pig and sheep carcasses. *Int. J. Food Microbiol.* 31, 273-278.
- Gill, C.O., C. Landers, 2004. Proximate sources of bacteria on boneless loins prepared from routinely processed and detained carcasses at a pork packing plant. *Int. J. Food Microbiol.* 97, 171-178.
- Gill, C.O., J.C. McGinnis, 1999. Improvement of the hygienic performance of the hindquarters skinning operations at a beef packing plant. *Int. J. Food Microbiol.* 51, 123-132.
- Gill, C.O., J.C. McGinnis, J. Bryant, 1998b. Microbial contamination of meat during the skinning of beef carcass hindquarters at three slaughtering plants. *Int. J. Food Microbiol.* 42, 175-184.
- Gill, C.O., J.C. McGinnis, J. Bryant, B. Chabot, 1995. Decontamination of commercial polished pig carcasses with hot water. *Food Microbiol.* 12, 143-149.
- Großpietsch, R., K. Einschütz, D. Jaeger, R. Fries, 2006. Survey on the hygienic status of plastic doors of a pig abattoir. *J. Food Prot.* 69, 2738-2741.
- Hansson, I.B., 2001. Microbiological meat quality in high- and low-capacity slaughterhouses in Sweden. *J. Food Prot.* 64, 820-825.
- Hildebrandt, G., L. Böhmer, 1996. Prüfpläne in der mikrobiologischen Qualitätssicherung. *Fleischwirtsch.* 76, 166-172.
- Honeyman, M.S., R.S. Pirog, G.H. Huber, P.J. Lammers, J.R. Hermann, 2006. The United States pork niche market phenomenon. *J. Anim. Sci.* 84, 2269-2275.
- Hudson, W.R., G.C. Mead, M. Hinton, 1998. Assessing abattoir hygiene with marker organism. *Vet. Rec.* 142, 542-547.
- Hutchison, M.L., L.D. Walters, S.M. Avery, C.-A. Reid, D. Wilson, M. Howell, A.M. Johnston, S. Buncic, 2005. A Comparison of wet-dry swabbing and excision sampling methods for microbiological testing of bovine, porcine, and ovine carcasses at red meat slaughterhouses. *J. Food Prot.* 68, 2155-2162.
- Jarvis, B., 1989. Statistical variation in relation to microbial criteria for foods. In *Statistical aspects of the microbiological analysis of foods*, Elsevier, Amsterdam, p. 155-163.

- Kilsby, D.C., M.E. Pugh, 1981. The relevance of the distribution of microorganisms within batches of food to the control of microbiological hazards from foods. *J. Appl. Bacteriol.* 51, 345-354.
- Kinsella, K.J., J.J. Sheridan, T.A. Rowe, F. Butler, A. Delgado, A. Quispe-Ramirez, I.S. Blair, D.A. McDowell, 2006. Impact of a novel spray-chilling system on surface microflora, water activity and weight loss during beef carcass chilling. *Food Microbiol.* 23, 483-490.
- Kleiner, U., S. Hilgert, 2004. Umsetzung der Entscheidung 2001/471/EG: Vergleich der destruktiven und nichtdestruktiven Probenahmetechnik zur Bestimmung des Keimgehaltes auf Fleischoberflächen - 1. Tierkörper Schwein. *Fleischwirtsch.* 84 (4), 101-103.
- Koohmaraie, M., T.M. Arthur, J.M. Bosilevac, M. Guerini, S.D. Shackelford, T.L. Wheeler, 2005. Post-harvest interventions to reduce/eliminate pathogens in beef. *Meat Sci.* 71, 79-91.
- Kukay, C.C., L.H. Holcomb, J.N. Sofos, J.B. Morgan, J.D. Tatum, P.P. Clayton, G.C. Smith, 1996. Applications of HACCP by small-scale and medium-scale meat processors. *Dairy, Food, Environmental Sanitation* 16, 74-80.
- Ledergerber, U., G. Regula, J. Danuser, B. Bissig-Choisat, T. Jemmi, K.D. Stärk, 2003. Prävalenz latenter Zoonoseerreger in tierfreundlicher Schweineproduktion. *Archiv Lebensmittelhyg.* 54, 90-94.
- Limacher, W., O. Ineichen, 2000. Selbstkontrolle im kleingewerblichen Schlacht- und Metzgereibetrieb. *Mitt. Lebensm. Hyg.* 91, 116-123.
- Mackey, B.M., T.A. Roberts, 1993. Improving slaughtering hygiene using HACCP and monitoring. *Fleischwirtsch.* 73, 34-43.
- Madden, R.H., K.A. Murray, A. Gilmour, 2004. Determination of the principal points of product contamination during beef carcass dressing processes in Northern Ireland. *J. Food Prot.* 67, 1494-1496.
- McEvoy, J.M., A.M. Doherty, M. Finnerty, J.J. Sheridan, L. McGuire, I.S. Blair, D.A. McDowell, D. Harrington, 2000. The relationship between hide cleanliness and bacterial numbers on beef carcasses at a commercial abattoir. *Lett. Appl. Microbiol.* 30, 390-395.
- McEvoy, J.M., J.J. Sheridan, I.S. Blair, D.A. McDowell, 2004. Microbial contamination on beef in relation to hygiene assessment based on criteria used in EU Decision 2001/471/EC. *Int. J. Food Microbiol.* 92, 217-225.
- Murray, K.A., A. Gilmour, R.H. Madden, 2001. Microbiological quality of chilled beef carcasses in Northern Ireland: a baseline survey. *J. Food Prot.* 64, 498-502.

- Nou, X., M. Rivera-Betancourt, J.M. Bosilevac, T.L. Wheeler, S.D. Shackelford, B.L. Gwartney, J.O. Reagan, M. Koohmaraie, 2003. Effect of chemical dehairing on the prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 and the levels of aerobic bacteria and *Enterobacteriaceae* on carcasses in a commercial beef processing plant. *J. Food Prot.* 66, 2005–2009.
- Otten, K., S. Roth, M. Bülte, 2004. Praktische Umsetzung der Entscheidung 471/2001/EG in einem mittelständischen Direktvermarkterbetrieb. 45. Tagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG in Garmisch-Partenkirchen.
- Palumbo, S.A., P. Klein, J. Capra, S. Eblen, A.J. Miller, 1999. Comparison of excision and swabbing sampling methods to determine the microbiological quality of swine carcass surface. *Food Microbiol.* 16, 459–464.
- Pearce, R.A., D.J. Bolton, J.J. Sheridan, D.A. McDowell, I.S. Blair, D. Harrington, 2004. Studies to determine the critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point systems. *Int. J. Food Microbiol.* 90, 311–339.
- Pearce, R.A., J.J. Sheridan, D.J. Bolton, 2006. Distribution of airborne microorganisms in commercial pork slaughter processes. *Int. J. Food Microbiol.* 107, 186–191.
- Penney, N., T. Bigwood, H. Barea, D. Pulford, G. LeRoux, R. Cook, G. Jarvis, G. Brightwell, 2007. Efficacy of a peroxyacetic acid formulation as an antimicrobial intervention to reduce levels of inoculated *Escherichia coli* O157:H7 on external carcass surfaces of hot-boned beef and veal. *J. Food Prot.* 70, 200–203.
- Pepperell, R., C.-A. Reid, S. Nicolau Solano, M.L. Hutchison, L.D. Walters, A.M. Johnston, S. Buncic, 2005. Experimental comparison of excision and swabbing microbiological sampling methods for carcasses. *J. Food Prot.* 68, 2163–2168.
- Phillips, D., D. Jordan, S. Morris, I. Jenson, J. Sumner, 2006. A national survey of the microbiological quality of beef carcasses and frozen boneless beef in Australia. *J. Food Prot.* 69, 1113–1137.
- Phillips, D., J. Sumner, J.F. Alexander, K.M. Dutton, 2001. Microbiological quality of Australian beef. *J. Food Prot.* 64, 692–696.
- Prendergast, D.M., D.J. Daly, J.J. Sheridan, D.A. McDowell, I.S. Blair, 2004. The effect of abattoir design on aerial contamination levels and the relationship between aerial and carcass contamination levels in two Irish beef abattoirs. *Food Microbiol.* 21, 589–596.
- Rahkio, T.M., H.J. Korkeala, 1997. Airborne bacteria and carcass contamination in slaughterhouses. *J. Food Prot.* 60, 38–42.
- Rautelin, H., M.L. Hänninen, 2000. Campylobacters: the most common bacterial enteropathogens in the Nordic countries. *Ann. Med.* 32, 440–445.

- Reid, C.-A., A. Small, S.M. Avery, S. Buncic, 2002. Presence of food-borne pathogens on cattle hides. *Food Control* 13, 411-415.
- Rivas, T., A. Herrera, A. Arino, 1993. Assessment of an excision surface sampling method for microbiological analysis of lamb liver. *J. Food Prot.* 56, 58-61.
- Rivas, T., J.A. Vizcaíno, F.J. Herrera, 2000. Microbial contamination of carcasses and equipment from an Iberian pig slaughterhouse. *J. Food Prot.* 63, 1670-1675.
- Rivera-Betancourt, M., S.D. Shackelford, T.M. Arthur, K.E. Westmoreland, G. Bellinger, M. Rossman, J.O. Reagan, M. Koochmaraie, 2004. Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* in two geographically distant commercial beef processing plants in the United States. *J. Food Prot.* 67, 295-302.
- Ryan, J.H., 2007. On-line real time aid to verification of CCP compliance in beef slaughter HACCP systems. *Food Control* 18, 689-696.
- Schönenbrücher, V., H. Purkl, M. Bülte, 2003. Destruktive Proben gemäss Entscheidung 2001/471/EG: Ergebnisse verschiedener Schlachtbetriebe innerhalb eines Jahres. 44. Tagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der DVG in Garmisch-Partenkirchen.
- Sharpe, A.N., C. Isigidi Bin Kingombe, P. Watney, L.J. Parrington, I. Dudas, M.P. Diotte, 1996. Efficient non-destructive sampler for carcasses and other surfaces. *J. Food Prot.* 59, 757-763.
- Sheridan, J.J., 2000. Monitoring CCPs in HACCP systems. In M. Brown (ed.), HACCP in the meat industry, CRC Press, Boca Raton, p. 203-230.
- Small, A., B. Wells-Burr, S. Buncic, 2005. An evaluation of selected methods for the decontamination of cattle hides prior to skinning. *Meat Sci.* 69, 263-268.
- Smulders, F.J., G.G. Greer, 1998. Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programs for muscle foods: prospects and controversies. *Int. J. Food Microbiol.* 44, 149-169.
- Spescha, C., R. Stephan, C. Zweifel, 2006. Microbiological contamination of pig carcasses at different stages of slaughter in two European Union-approved abattoirs. *J. Food Prot.* 69, 2568-2575.
- Sumner, J., E. Petrenas, P. Dean, P. Dowsett, G. West, R. Wiering, G. Raven, 2003. Microbial contamination on beef and sheep carcasses in South Australia. *Int. J. Food Microbiol.* 81, 255-260.
- Tergney, A., D.J. Bolton, 2006. Validation studies on an online monitoring system for reducing faecal and microbial contamination on beef carcasses. *Food Control* 17, 378-382.

- Untermann, F., R. Stephan, U. Dura, M. Hofer, P. Heimann, 1997. Reliability and practicability of bacteriological monitoring of beef carcass contamination and their rating within a hygiene quality control program of abattoirs. *Int. J. Food Microbiol.* 34, 67-77.
- Vanderlinde, P., I. Jenson, J. Sumner, 2005. Using national microbiological data to set meaningful performance criteria for slaughter and dressing of animals at Australian export abattoirs. *Int. J. Food Microbiol.* 104, 155– 159.
- Vanne, L., M. Karwoski, S. Karppinen, A.-M. Sjoberg, 1996. HACCP-based quality control and rapid detection methods for microorganisms. *Food Control* 7, 263–276.
- Ware, L.M., M.L. Kain, J.N. Sofos, K.E. Belk, G.C. Smith, 1999. Comparison of sponging and excising as sampling procedures for microbiological analysis of fresh beef-carcass tissue. *J. Food Prot.* 62, 1255-1259.
- Woerner, D.R., J.R. Ransom, J.N. Sofos, G.A. Dewell, G.C. Smith, M.D. Salman, K.E. Belk, 2006. Determining the prevalence of *Escherichia coli* O157 in cattle and beef from the feedlot to the cooler. *J. Food Prot.* 69, 2824-2827.
- Worfel, R.C., J.N. Sofos, G.C. Smith, G.R. Schmidt, 1996. Airborne bacterial contamination in beef slaughtering - dressing plants with different layouts. *Dairy, Food, Environmental Sanitation* 16, 440-443.
- Wyss, R., 2005. Schweineschlachtkörper-Hygiene im Lichte der EU-Richtlinie 471/2001/EG. *Fleischwirtsch.* 85 (5), 103-105.
- Yu, S.-L., D.J. Bolton, C. Laubach, P. Kline, A. Oser, S.A. Palumbo, 1999. Effect of dehairing operations on microbiological quality of swine carcasses. *J. Food Prot.* 62, 1478-1481.
- Zweifel, C., D. Baltzer, R. Stephan, 2005a. Microbiological contamination of cattle and pig carcasses at five abattoirs determined by swab sampling in accordance with EU decision 2001/471/EC. *Meat Sci.* 69, 559-566.
- Zweifel, C., D. Baltzer, R. Stephan, 2005b. Selbstkontrolle im Schlachtbetrieb gemäss Entscheidung 2001/471/EG: Erhebung von Daten zur Festlegung einer Baseline für die Anwendung der Nasstrockentupfertechnik bei Schlachttierkörpern. *Fleischwirtsch.* 85 (1), 100-104.
- Zweifel, C., R. Stephan, 2003a. Microbiological monitoring of sheep carcass contamination in three Swiss abattoirs. *J. Food Prot.* 66, 946-952.
- Zweifel, C., R. Stephan, 2003b. Mikrobiologische Monitoringuntersuchungen von Schlachttierkörpern im Rahmen der Selbstkontrolle: Informationsgehalt und Aussagekraft verschiedener Auswertungsmodelle. *Fleischwirtsch.* 83 (12), 88-92.

- Zweifel, C., M.A. Zychowska, R. Stephan, 2004. Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. isolated from slaughtered sheep in Switzerland. *Int. J. Food Microbiol.* 92, 45-53.
- Zweifel, C., M.A. Zychowska, R. Stephan, 2005c. Selbstkontrolle im Zerlegebetrieb: Erhebung von Daten zum mikrobiologischen Status von Teilstücken beim Warenausgang. *Mitt. Lebensm. Hyg.* 96, 127-140.

9. Verdankungen

Allen, die in irgendeiner Weise zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, möchte ich an dieser Stelle herzlich danken

Besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. R. Stephan, Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, für die Überlassung des Themas, die fachliche Beratung und die Übernahme des Referates

Herrn Prof. Dr. Karsten Fehlhaber, Institut für Lebensmittelhygiene der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig, für die Übernahme des Korreferates

Herrn Dr. C. Zweifel, Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, die konstruktive und kritische Anleitung beim Schreiben der Arbeit, die stets gewährte Unterstützung und die Überarbeitung des Manuskriptes

Dem gesamten ILS-Team für das angenehme Arbeitsklima und die stete Unterstützung mit Rat und Tat; Herrn J. Giletycz für die Herstellung der Medien und der Nährlösungen

Dres. O. Ineichen, P. Jakob und W. Limacher für die logistische Unterstützung

Allen Betriebsleitern der besuchten Schlachtbetriebe für das entgegengebrachte Vertrauen sowie den Mitarbeitern für die stets freundliche Aufnahme

Curriculum vitae

Name	Roland, Fischer
Geburtsdatum	07.03.1964
Geburtsort	Malters
Nationalität	Schweiz
Heimatort	Malters

1971 - 1977	Primarschule in Malters
1977 - 1979	Sekundarschule in Malters
1979 - 1985	Kantonsschule Reussbühl
1985	Maturität Typus A

1985 - 1989	Verschiedene handwerkliche Tätigkeiten
1995 - 1997	
1989 - 1995	Studium der Romanistik und Biologie an der Universität Zürich, Schweiz
1997 - 2004	Studium der Veterinärmedizin an der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, Schweiz
2004	Staatsexamen an der Vetsuisse-Fakultät Zürich, Schweiz
2006	Doktorand, Institut für Lebensmittelsicherheit und -hygiene der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, Schweiz

16. Mai 2007